

PEDRO EMMÍLIO DE LIMA MARINHO

**INFLUÊNCIA DA HORA DO DIA E DO CRONOTIPO NOS PROCESSOS
MNEMÔNICOS E DE APRENDIZAGEM**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

João Pessoa

2019

PEDRO EMMÍLIO DE LIMA MARINHO

**INFLUÊNCIA DA HORA DO DIA E DO CRONOTIPO NOS PROCESSOS
MNEMÔNICOS E DE APRENDIZAGEM**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Freitas Barbosa

João Pessoa
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M338i Marinho, Pedro Emmílio de Lima.

Influência da hora do dia e do cronotipo nos processos
mnemônicos e de aprendizagem / Pedro Emmílio de Lima

Marinho. - João Pessoa, 2019.

32 f. : il.

Orientação: Flávio Freitas Barbosa.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN.

1. Aprendizado. 2. Memória. 3. Modulação circadiana. 4.
Cronotipo. I. Barbosa, Flávio Freitas. II. Título.

UFPB/CCEN

PEDRO EMMÍLIO DE LIMA MARINHO


**INFLUÊNCIA DA HORA DO DIA E DO CRONOTIPO NOS PROCESSOS
MNEMÔNICOS E DE APRENDIZAGEM**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso
(Monografia) apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas, como requisito parcial à obtenção
do grau de Licenciado em Ciências Biológicas
da Universidade Federal da Paraíba.

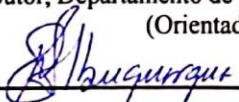
Data: 07 / 05 / 2019

Resultado: APROVADO


BANCA EXAMINADORA:



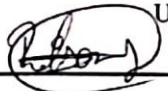
Flávio Freitas Barbosa, Doutor, Departamento de Psicologia, Universidade Federal da Paraíba
(Orientador)



Fabíola da Silva Albuquerque, Doutora, Departamento de Fisiologia e Patologia,
Universidade Federal da Paraíba (Examinadora)



Vera Lúcia Araújo de Lucena, Mestre, Departamento de Fundamentação da Educação,
Universidade Federal da Paraíba (Examinadora)



Robson Scheffer Teixeira, Doutor, Universidade Federal da Paraíba (Suplente)

“Aos esfarrapados do mundo”

AGRADECIMENTOS

A Deus, não só por ter me dado a Vida, mas também por me permitir estudá-la.

À Virgem Maria pela presença e força nos momentos difíceis.

A toda minha família, pelo amor e cuidado em todos os momentos de minha vida. Em especial à vó Irene por ter sido uma das maiores professoras que tive e por me ensinar tantas coisas importantes sobre a vida.

À Carla, por todo o amor, compreensão e incentivo que tem me dado. És para mim um exemplo.

A todos os meus professores, desde os primeiros anos de escola até hoje, por terem sido pessoas tão maravilhosas e por terem me guiado nessa jornada do conhecimento.

A todos os meus colegas de estudo, por terem realizado comigo esta jornada de aprendizado e por ter aprendido tanto com vocês.

Torna-te o que tu és

Píndaro

RESUMO

A Educação é um processo complexo, no qual se articulam elementos de ordem biológica, histórica, psicológica, afetiva e social. Um aspecto importante da dinâmica organizacional da escola que tem ganhado atenção nos últimos tempos é a organização temporal de suas atividades. Isso porque estudos têm demonstrado a influência do sono, da hora do dia e do cronotipo dos indivíduos no processo de aprendizagem. Baseado nisso, esse trabalho tem como objetivo contribuir para a temática da modulação circadiana nos processos mnemônicos e de aprendizagem. Através do processo de revisão de literatura especializada, foi possível perceber que a aprendizagem e a memória são consideravelmente moduladas pelos ritmos circadianos. Especialmente o cronotipo de cada indivíduo oportuniza fases do dia mais adequadas ao aprendizado e a consolidação da memória. Além disso, os jovens humanos tendem à vespertinidade e, quando os horários escolares não estão sincronizados os diferentes cronotipos, podem ocorrer prejuízos ao processo de aprendizagem e sucesso escolar. Análises de experiências que modificaram a dinâmica temporal da escola mostram benefícios aos alunos, indicando uma necessidade de rever os horários de atividade da escola.

Palavras-chave: Aprendizado. Memória. Modulação circadiana. Cronotipo.

ABSTRACT

Education is a complex process, in which biological, historical, psychological, affective and social elements are articulated. An important aspect of the school dynamics that has gained attention in recent times is the temporal organization of its activities. This is because some studies have demonstrated the influence of sleep, time of day and chronotype of individuals in the learning process. Based on that, this study aims to contribute to the theme of circadian modulation in mnemonic and learning processes. Through the process of reviewing specialized literature, it was possible to perceive that learning and memory are considerably modulated by the circadian rhythms. Especially the chronotype of each individual allows phases of the day more suitable for learning and memory consolidation. In addition, young humans tend to express more late chronotype and, when school schedules are not synchronized with different chronotypes, impairments may occur in the learning process and school success. Analyzes of experiences that modified the time dynamics of the school show benefits to the students, indicating a need to review the school's activity schedules.

Keywords: Learning. Memory. Circadian modulation. Chronotype.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Taxonomia dos sistemas de memória humana.....15
- Figura 2 – O núcleo supraquiasmático está localizado no hipotálamo e possui conexão direta com os olhos, modulando processos fisiológicos e comportamentais.....17

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	11
2 – METODOLOGIA.....	11
3 - O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM E A EDUCAÇÃO.....	12
4 - OS DIFERENTES TIPOS DE MEMÓRIA E A MEMÓRIA COMO LÓCUS DO APRENDIZADO.....	13
5 - RITMOS BIOLÓGICOS.....	15
6 - CRONOTIPO E MODULAÇÃO CIRCADIANA DO SONO.....	17
7 - CRONOTIPO E MODULAÇÃO CIRCADIANA DA MEMÓRIA E DO APRENDIZADO.....	18
8 - A ESCOLA COMO ESPAÇO FORMAL DE APRENDIZAGEM, OS HORÁRIOS DE SUAS ATIVIDADES E O DESEMPENHO COGNITIVO.....	22
9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

1- INTRODUÇÃO

A Educação é um processo complexo, no qual se articulam elementos de ordem biológica, histórica, psicológica, afetiva e social. Nesse sentido, é imperioso uma percepção desse processo que leve em conta todos os aspectos da experiência humana (MORIN, 2000; SOUZA et al.; 2007; PAULA et al., 2006; FREIRE, 2017; ZERBINI et al., 2017).

Entre os elementos biológicos e psicológicos que influenciam no processo de ensino-aprendizagem encontram-se o sono e a sonolência, a luz, a nutrição do indivíduo, a hora do dia, os níveis de estresse, os estados de humor e as doenças neuropsicológicas (REALVAS, 2005; FROTA et al., 2009; LIMA, MEDEIROS e ARAÚJO, 2002; SOUSA e FERREIRA, 2011; FIGUEIREDO, NEGREIROS e ARAÚJO, 2017). Todos esses fatores se relacionam numa complexa rede de interações e influenciam diretamente o desempenho dos alunos em espaços formais de educação, onde as estruturas são geralmente mais rígidas e inflexíveis que os espaços não formais e informais, sem muitas vezes levar em consideração particularidades individuais dos alunos (GASPAR, 2002; JACOBUCCI, 2008).

É sabido, por exemplo, que diferentes indivíduos estão mais atentos ou aprendem melhor em diferentes horários do dia. Sendo assim, estudos que apontem as influências dos fatores biológicos no processo de ensino-aprendizagem podem contribuir para um melhor planejamento da dinâmica escolar na perspectiva de aprimorar o rendimento dos alunos (PLANK et al., 2008).

Baseado nisso, esse trabalho tem como objetivo contribuir para a temática da modulação circadiana nos processos mnemônicos e de aprendizagem. Assim sendo, a presente pesquisa está inserida no campo conceitual da Biologia da Educação e da neurobiologia do aprendizado.

2- METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi uma revisão de literatura narrativa. Para a execução desta pesquisa, foram pesquisados materiais nas bases de dados Google Acadêmico e PubMed, utilizando os descritores “hora do dia”, “memória”, “cronotipo”, “time of day”, “memory” e “chronotype”. Os resumos dos materiais encontrados foram lidos e aqueles que mais se adequavam a esta pesquisa foram incluídos. Também foram incluídos materiais de conhecimento prévio do autor e não se estabeleceu datas limites de publicação dos materiais científicos.

3- O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM E A EDUCAÇÃO

Aprender é uma característica dos animais. Um animal aprende quando modifica seu comportamento frente a uma situação já vivenciada, evocando uma reação mais adequada. Nos animais sociais, a aprendizagem adquire um status complexo, onde a sobrevivência do indivíduo depende, em parte, da manutenção da estrutura social e de uma organização comportamental adequada (CARVALHO, 1988; ALCOCK, 2011; KANDEL et al., 2014).

O ser humano também é um ser social e também aprende. Contudo, ao contrário dos outros animais, possuímos duas características distintas: possuímos intencionalidade em nossos comportamentos e modificamos consideravelmente as condições ambientais. Isso nos permite criar planos direcionados ao futuro, para nós e para os outros, evidenciando uma cultura transmissível. Um modo de transmissão da cultura humana é pelo processo de educação (CARVALHO, 1988; GASPAR, 2002; BANDURA, 2005; FREIRE, 2017).

Não existe um consenso sobre o conceito de educação. Contudo, podemos concordar com o termo educações, uma vez que se efetiva em diferentes instituições e espaços sociais (família, igreja, escola, centros comunitários). Essas instituições expressam uma doutrina pedagógica que reflete concepções de vida, de homem e de sociedade específicas. Logo, concluímos que a educação não é um atributo absoluto, mas varia entre sociedades distintas (FREITAG, 1980; BRANDÃO, 1981).

Para além das instituições específicas, todos nós promovemos e sofremos o processo educativo através de nossas relações sociais, caracterizando-se como um dos aspectos fundamentais da nossa vida social. Contudo, é na escola que a nossa sociedade sistematiza e compartilha, de modo institucionalizado, os conhecimentos, regras, valores e habilidades que os indivíduos das novas gerações devem internalizar para a vida na sociedade (FREITAG, 1980; BRANDÃO, 1981).

Muitos teóricos têm abordado essa perspectiva social da educação. Contudo, outros autores têm procurado explorar questões relativas ao aprendizado na própria estrutura cognitiva dos indivíduos. Dessa forma, assim como indica Piaget, o desenvolvimento cognitivo se dá por estágios. Enquanto não há o desenvolvimento da linguagem, as crianças passam pelo estágio sensório-motor, onde não há pensamento simbólico. Ao longo da ontogênese, o desenvolvimento de áreas cerebrais ligadas à linguagem, atenção e memória favorecem a

aquisição e manipulação de informações aprendidas. De fato, a aprendizagem se dá a nível cognitivo e é dependente dos sistemas de memória (PIAJET, 1972; OSBORNE e WITTROCK, 1985; COSENZA e GUERRA, 2011).

4- OS DIFERENTES TIPOS DE MEMÓRIA E A MEMÓRIA COMO LÓCUS DO APRENDIZADO

De fato, tem-se concebido aprendizado e memória como faculdades cognitivas intimamente associadas. Desde tempos tão remotos quanto o século XI, textos que descreviam a rotina escolar já associavam aprendizado a memória (GASPAR, 2002). O termo aprendizado refere-se ao processo de aquisição de novos conhecimentos e habilidades. Memória, por sua vez, refere-se ao processo de reter e reconstruir conhecimento ao longo do tempo. Contudo, ambos os termos são genéricos para descrever diferentes processos cognitivos que ocorrem em diferentes substratos neurais (KANDEL, DUDAI e MAYFORD, 2014).

Por existirem variados tipos de memória, podemos classifica-la igualmente de diversas maneiras. Uma forma de classificar as memórias diz respeito ao curso temporal do armazenamento. Memória de curto prazo é aquele tipo de memória responsável por armazenar informações por curto período de tempo. Esse conceito é similar ao conceito de memória de trabalho, que se refere a capacidade de manter e processar representações mentais para o raciocínio, compreensão e aprendizado de informações do tipo verbal e visuoespacial. Esse tipo de memória depende de recursos atencionais coordenados pelo controle executivo e tem, ainda, capacidade de manipular as informações enquanto estão sendo armazenadas (BADDELEY e LOGIE, 1999; BADDELEY, 2010).

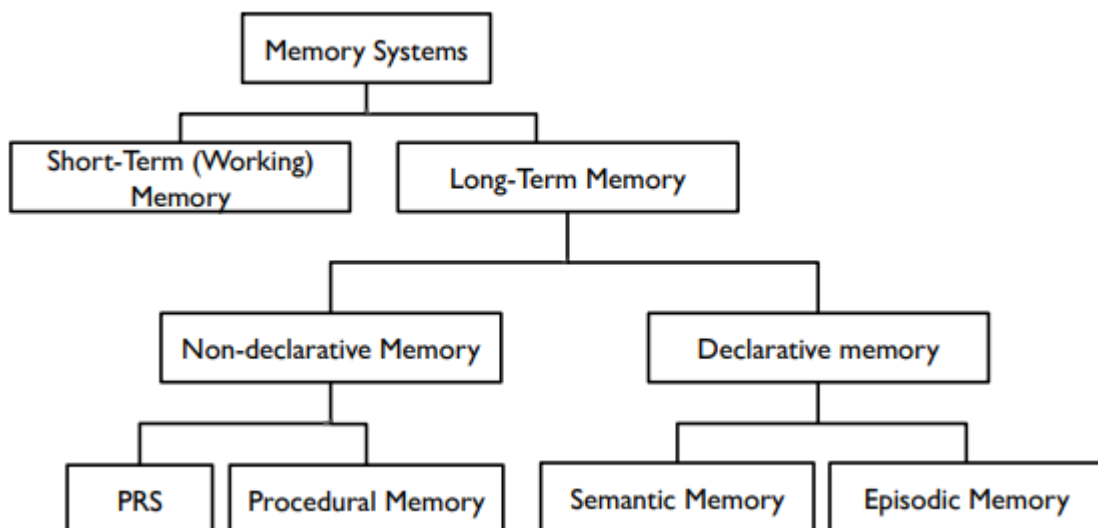
A memória de curto prazo pode gradativamente converter-se em memória de longo prazo. Costuma-se classificar a memória de longo prazo de acordo com o tipo de informação armazenada. A memória implícita, não declarativa, ou de procedimentos, é o tipo de memória relacionado a informações perceptuais, habilidades motoras e hábitos. Esse tipo de memória é, de certa forma, inflexível, dependente do contexto de aprendizagem original e não envolve processos de consciência para sua evocação (MAGILA e XAVIER, 1999; KANDEL, DUDAI e MAYFORD, 2014).

A memória explícita, ou declarativa, por sua vez, é aquele tipo de memória que armazena informações de fatos, eventos, pessoas, lugares e objetos derivados de experiências

de aprendizagem captados por diversas vias de aferência. Dessa forma, a memória explícita é substancialmente relacional, o que resulta em uma grande flexibilidade representacional. Ela é mediada por quatro processamentos bem definidos: codificação, armazenamento, consolidação e evocação, e em humanos envolve processos de consciência para ser evocada (MAGILA e XAVIER, 1999; KANDEL, DUDAI e MAYFORD, 2014).

A memória explícita pode ser dividida em dois tipos: episódica e semântica. A memória episódica guarda informações sobre experiências pessoais, eventos e memória autobiográfica. Já a memória semântica é utilizada na aprendizagem de conceitos e linguagem (TULVING, 1972; MAGILA e XAVIER, 1999; KANDEL, DUDAI e MAYFORD, 2014).

Figura 1: Taxonomia dos sistemas de memória humana.



Fonte: Blåvarg (2016).

Não se pode distinguir claramente a diferença entre os vários tipos de memória e eles atuam de forma cooperada, de modo que cada sistema armazena suas representações específicas de um dado evento de aprendizagem. Memórias declarativas, por exemplo, podem se converter por repetição em memórias de procedimentos ou em hábitos. Ainda, o aprendizado de uma nova língua (memória semântica) é adquirido por meio de aulas (memória episódica) (IZQUIERDO, 1989; COHEN e EICHENBAUM, 1994; MAGILA e XAVIER, 1999; BURKE e BARNES, 2015).

De fato, quando aprendemos algo (como em processos educativos, por exemplo)

formamos memória. Mas onde são armazenadas nossas memórias? Com efeito, os diferentes tipos de memória possuem sítios de armazenamento em diversas partes do encéfalo. Kandel et al. (2014) explica que esse questionamento permaneceu em aberto até que pacientes com lesões específicas no encéfalo elucidaram a questão. Lesões no lobo temporal medial, tanto em humanos como em modelos animais não humanos, evidenciaram que a memória explícita depende principalmente de estruturas como o hipocampo e os córtices entorrinal e perirrinal, pelo menos na fase inicial de armazenamento. A memória implícita é dependente principalmente de estruturas como o cerebelo, corpo estriado e amígdala. Já a memória de curto prazo é armazenada por áreas do córtex pré-frontal, como a ventrolateral e dorsolateral (KANDEL, DUDAI e MAYFORD, 2014; BEAR, CONNORS e PARADISO, 2017).

5- RITMOS BIOLÓGICOS

Diversos processos fisiológicos nos animais possuem uma variação rítmica definida, relacionada a fatores ambientais. Tais variações rítmicas foram selecionadas positivamente ao longo do tempo pois permitem que organismos dinamizem sua fisiologia e promovam respostas adequadas as variações ambientais recorrentes em intervalos de tempo específicos (SOUSA, 2010; BESOLUK, 2011).

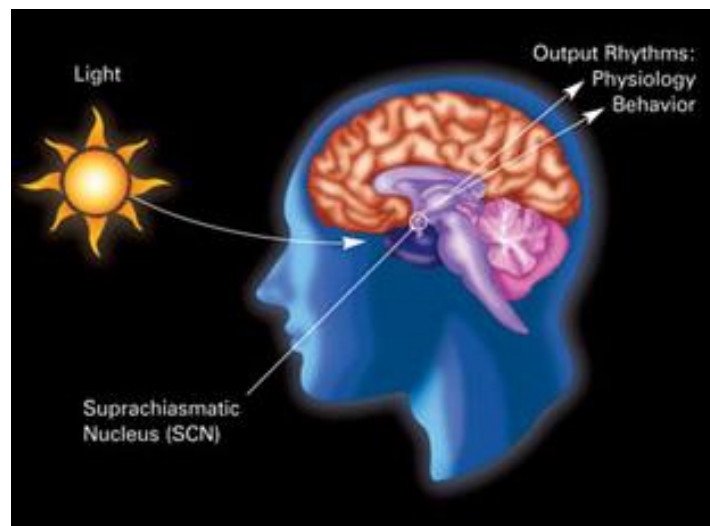
Existem diversos processos ambientais que oscilam de modo regular. Os animais então sincronizam seus ritmos biológicos aos ciclos ambientais. *Zeitgeber* é o nome dado as pistas ambientais utilizadas pelos animais para sincronizar seus ritmos biológicos. O principal *zeitgeber* utilizado é o ciclo claro-escuro (do dia e da noite), principalmente pela sua periodicidade altamente definida. Outros exemplos de pistas ambientais que são utilizadas como sincronizadores são as estações do ano, temperatura, pistas sociais, oferta de alimento, umidade, ciclos lunares e alternância das marés (BARBOSA e SILVA, 2015; ZERBINI et al., 2017).

Sincronizando seus ritmos biológicos às pistas ambientais, são definidos então os períodos, as frequências e as fases. Tradicionalmente eles são classificados em circadianos, infradianos e ultradianos. Os ritmos circadianos são aqueles sincronizados ao ciclo claro-escuro do ambiente e cujo ciclo ocorre regularmente em cerca de 24 horas, com variação de mais ou menos 4 horas. Um exemplo de ritmo circadiano é a atividade sono-vigília dos animais. Já os ritmos ultradianos apresentam mais de um ciclo no período de 24 horas, enquanto que os infradianos apresentam ciclos que ocorrem num período superior a 24 horas. São exemplos de

ritmos ultradianos e infradianos a secreção de cortisol e o ciclo estral, respectivamente (SOUSA, 2010; BARBOSA e SILVA, 2015).

Estudos que mantiveram indivíduos em condições ambientais constantes evidenciaram que os ritmos circadianos continuaram a oscilar, não obstante a constância ambiental. Além disso, em seres humanos, foi evidenciado que o ritmo circadiano do sono-vigília persistia mesmo sem pistas ambientais, contudo tornava-se dessincronizado com a hora do dia (ASCHOFF, 1965; ASCHOFF et al., 1986; DIJK e SCHANTZ, 2005). Isso levou os pesquisadores a perceber que os ritmos biológicos circadianos são produzidos de forma endógena. Nos mamíferos, a estrutura responsável por gerar esse tipo de ritmo é o núcleo supraquiasmático, localizado no hipotálamo e que funciona como um relógio biológico. O núcleo supraquiasmático funciona de modo autônomo modulando o comportamento e tem uma base molecular para gerar atividade elétrica de forma rítmica (DEBOER et al., 2003; FULLER, GOOLEY e SAPER, 2006; SOUSA, 2010; KANDEL et al., 2014).

Figura 2: O núcleo supraquiasmático está localizado no hipotálamo e possui conexão direta com os olhos, modulando processos fisiológicos e comportamentais.



Fonte: National Institute of General Medical Sciences (2017).

O núcleo supraquiasmático envia projeções a diferentes partes do encéfalo, contribuindo para uma organização temporal de diversas atividades fisiológicas, cognitivas e comportamentais. Dois dos processos cognitivos que sofrem modulação do sistema de temporização circadiano são a memória e o sono (LIMA, MEDEIROS e ARAÚJO, 2002; FULLER, GOOLEY e SAPER, 2006; BARBOSA, 2007; SILVA, 2010).

6- CRONOTIPO E MODULAÇÃO CIRCADIANA DO SONO

Cronotipo refere-se a diferenças de fase no ritmo circadiano de um indivíduo, indicando os horários do dia em que se encontra mais ativo e disposto a realizar atividades. Dessa forma, podem se identificar três tipos principais de cronotipos: o matutino, o vespertino e o intermediário. O indivíduo classificado como matutino tende a dormir e acordar mais cedo, tendo seu pico de atividade durante o período da manhã e início da tarde. Já o indivíduo vespertino tende a dormir e despertar mais tarde, com pico de atividade durante o período da noite. O indivíduo classificado como intermediário tem seu horário de pico disposto entre o matutino e o vespertino. Tem-se sugerido como base fisiológica para a existência dos cronotipos a secreção diferencial dos hormônios melatonina e cortisol (HORNE e OSTBERG, 1976; MEDEIROS et al., 2001; TAILLARD et al., 2003; PLANK et al., 2008; SILVA, 2010; SOUSA, 2010; GOLDSTEIN et al., 2007).

Alguns estudos têm indicado que adolescentes e adultos jovens tendem a apresentar predominantemente o cronotipo vespertino, enquanto que crianças, adultos e idosos tendem a apresentar com maior frequência o cronotipo matutino (BARBOSA e ALBUQUERQUE, 2008; SOUSA, 2010; SOUSA e FERREIRA, 2011; MENDES, 2013; DUARTE et al., 2014; ZERBINI et al., 2017). Além das características sociais que influenciam o horário de dormir e acordar dos indivíduos (trabalho, escola, fontes artificiais de luminosidade, dispositivos eletrônicos), parece haver também um componente genético que varia sua expressão ao longo da vida (DIJK e SCHANTZ, 2005; DWORAK et al., 2007; SOUSA, 2010; CARVALHO et al., 2013; YAMAZAKI et al., 2015; BUENO e LUCENA, 2016). Além disso, evidências de uma diferenciação sexual dos cronotipos são contraditórias, tendo alguns trabalhos fornecendo dados contra e a favor dessa diferenciação (ADAN e NATALE, 2002; KIM et al., 2002; DIJK e SCHANTZ, 2005; ALAM et al., 2008; DUARTE et al., 2014). Desse modo percebemos que um indivíduo pode apresentar diferentes organizações temporais do ciclo sono/vigília, ou seja, diferentes cronotipos ao longo da vida (MAY e HASHER, 1998; DIJK e SCHANTZ, 2005; DUARTE et al., 2014).

Já é firmada na literatura científica a relação entre sono e consolidação da memória/aprendizado. Apesar de não se ter clareza a respeito dos mecanismos fisiológicos subjacentes à relação entre sono e aprendizagem, se sabe que o sono desempenha papel importante no processo de consolidação das memórias. Estudos evidenciaram que a performance de uma tarefa aprendida anteriormente é alterada quando há privação de sono,

tanto em humanos quanto em animais não humanos. Além disso, um período de sono durante a primeira noite após um treinamento de memória em humanos mostrou-se fundamental para a consolidação da memória (ARAÚJO, DANTAS e LIMA, 2003; CABRAL, 2014; ZERBINI et al., 2017).

Desse modo, a tendência à vespertinidade em indivíduos jovens tem implicações no rendimento escolar e universitário. Diversos estudos têm apontado a relação entre o cronotipo, ciclo sono-vigília, horário dos estudos e o rendimento dos alunos. Evidências sugerem que, especialmente quando o início das aulas se dá no início da manhã, os jovens apresentam irregularidade e diminuição da quantidade de sono durante os dias letivos e pior rendimento escolar. Isso evidencia que os alunos com frequência demonstram privação de sono durante o horário das aulas e isso é fator determinante para prejuízos no nível de alerta, fadiga, sonolência. (WOLFSON e CARSKADON, 1998; JEWETT et al, 1999; MEDEIROS et al., 2001; LIMA, MEDEIROS e ARAÚJO, 2002; RIBEIRO, 2003; DWORAK et al., 2007; LOUZADA e MENNA-BARRETO, 2007; SOUSA, ARAÚJO e AZEVEDO, 2007; LIMA et al., 2010; SOUSA, 2010; SOUSA e FERREIRA, 2011; ZERBINI et al., 2017; CABRAL et al., 2018).

Por outro lado, estudos têm avaliado a relação entre o cronotipo dos indivíduos jovens e seu desempenho acadêmico quando as aulas iniciam mais tarde. Através desses estudos têm sido possível perceber que há uma melhora na qualidade e quantidade de sono dos indivíduos vespertinos, estando associado a uma melhor performance acadêmica (GOLDSTEIN et al., 2007; VINNE et al., 2015; LIMA, MEDEIROS e ARAÚJO, 2002; CABRAL et al., 2018; LIMA et al., 2009).

7- CRONOTIPO E MODULAÇÃO CIRCADIANA DA MEMÓRIA E DO APRENDIZADO

Assim como indicado por Barbosa (2007), muito antes do desenvolvimento dos conhecimentos relativos à neurobiologia e a organização temporal dos seres vivos, já se sabia que o aprendizado de sílabas sem significado acontecia melhor no período próximo às 11 horas da manhã em relação às 18 horas. Posteriormente, já na segunda metade do século XX, Baddeley et al. (1970) demonstraram que a recordação de seqüências de dígitos ocorria de forma melhor no período da manhã. Em síntese, hoje já se sabe que a aprendizagem se torna mais eficiente em alguns momentos do dia (ARAÚJO, DANTAS e LIMA, 2003).

Não é possível para nós medir a memória de forma direta (IZQUIERDO, 1989). Também não existem ferramentas precisas para medir o aprendizado. Isso porque o aprendizado é dependente da interação das estruturas prévias e particulares da mente de cada indivíduo com a experiência (exterior a ele) que está sendo aprendida. Dessa forma, uma mesma experiência de aprendizado interage com estruturas mentais prévias diferentes dos sujeitos, sendo consolidada de modo igualmente diferente, formando o que Mortimer (2000) chama de perfis conceituais. Diante desse cenário, os pesquisadores utilizam com frequência testes de evocação para avaliar a memória e o aprendizado, mesmo que de forma parcial. Existem testes específicos para diferentes tipos de memória e alguns estudos têm sido aplicados para analisar a influência da modulação circadiana na memória (BASTOS et al., 2004).

Especificamente em relação a memória de curto prazo, os dados na literatura não são claros. Alguns estudos indicaram que sua performance é melhor no período da manhã quando comparado à tarde. Outros estudos obtiveram resultados inversos, ou seja, melhor desempenho desse tipo de memória pela tarde em relação a manhã e alguns trabalhos também mostraram que a hora do dia parece não exercer influência na performance da memória de curto prazo (FOLKARD et al., 1977; FOLKARD e MONK, 1980; BHATTACHARYA e TRIPATHI, 1989; TESTU e CLARISSE, 1999; BARBOSA, 2007; BENNETT et al., 2008; FABBRI, NATALE e ADAN, 2008).

Já em relação a memórias de longo prazo, os dados também não são mais precisos. Alguns estudos têm demonstrado uma melhor performance desse tipo de memória quando a aquisição se dá pela tarde. Em outros estudos pode-se obter dados que indicam que a hora do dia parece não influenciar na aquisição ou evocação dessa memória ou sua evocação é facilitada no período da manhã ou da tarde (FOLKARD et al., 1977; FOLKARD e MONK, 1980; MILLAR, STYLES e WASTELL, 1980; PETROS, BECKWITH e ANDERSON, 1990; TESTU e CLARISSE, 1999; BARBOSA, 2007; BARBOSA e ALBUQUERQUE, 2008).

Esses estudos que demonstraram a influência da hora do dia na performance de memória dos indivíduos, contudo, não levaram em consideração a variável cronotipo. Nos estudos em memória, assim como indicado por Barbosa e Albuquerque (2008), o cronotipo dos indivíduos é um fator chave para se investigar a modulação circadiana dessa função cognitiva. Esses autores indicam ainda a presença de um “efeito de sincronização”, onde um sujeito apresenta melhor performance em memória quando a tarefa é realizada no seu horário ótimo do dia, de acordo com seu cronotipo.

Assim sendo, os estudos que não levam em consideração a variável cronotipo deixam em aberto a questão de se o melhor ou pior efeito observado na hora do dia em que ocorre a aquisição ou a evocação da memória não é devido às características cronobiológicas dos participantes da pesquisa. Na tentativa de superar essa questão, Sousa (2010) classificou os participantes em matutinos, intermediários e vespertinos e avaliou a memória somente dos participantes intermediários, com o objetivo de formar grupos com um cronotipo homogêneo. Foram utilizados testes de memória episódica verbal (tipo de memória explícita) com evocação imediata e evocação tardia (até 24 horas após o teste de evocação imediata). Os resultados indicaram que não houve diferença no desempenho da memória nos grupos que executaram a evocação imediata ou tardia nos turnos da manhã ou da tarde. A autora também utilizou a mesma amostra para avaliar a memória de curto prazo e, mais uma vez, constatou que o horário do dia da realização do teste não influenciou o desempenho desse tipo de memória.

Alguns outros trabalhos que incluíram a variável cronotipo discutiram um pouco mais a questão. Considerando esse aspecto e avaliando a memória de curto prazo, estudos indicam que não há diferença significativa entre os matutinos e vespertinos quando realizam ou não a tarefa de memória no seu horário ótimo do dia. Por outro lado, também podem ser encontrados outros dados indicando que a memória de curto prazo pode ser favorecida quando o teste ocorre no horário ideal do indivíduo. Outros trabalhos indicam que, independente da hora do dia em que o teste é executado, indivíduos vespertinos apresentam melhor performance. Importante perceber se as diferenças entre os componentes fonológicos e visuoespaciais desse tipo de memória são avaliados nos trabalhos (ALMIRALL, 1993; BARBOSA, 2007; AZAD-MARZABADI, AMIRI e BEHNEZHAD, 2017; MAYLOR e BADHAM, 2018).

Um estudo populacional com dados de 477.529 participantes do Reino Unido avaliou, entre outras coisas, a relação entre sono, insônia, cronotipo e testes de memória. A amostra foi composta por adultos entre 40 e 69 anos, com 64% dos participantes classificados como intermediários, 27% como matutinos e apenas 8,9% como vespertinos (como indicado, idades avançadas apresentam tendência a matutividade). Foram utilizados três testes para avaliar a memória de curto prazo. Não foi possível associar independentemente distúrbios do sono com a performance nos testes de memória executados. Com relação ao cronotipo, apesar da hora em que os testes foram realizados não ter sido considerado no estudo, os vespertinos estiveram associados a uma melhor performance em duas das três tarefas, enquanto que os matutinos estiveram associados a melhor performance em uma das tarefas, ambos comparados aos

indivíduos de cronotipo intermediário (KYLE et al., 2017).

Interessante perceber os resultados obtidos no trabalho de Mendes (2013), que buscou avaliar a influência do cronotipo e horário do dia na memória de adolescentes. Assim como o trabalho de Kyle et al. (2017), diferentes testes foram utilizados para avaliar um mesmo tipo de memória. Mendes (2013) também encontrou resultados diferentes para um mesmo tipo de memória quando aplicado diferentes testes, nesse caso tanto para memória de curto prazo como para memória de longo prazo. Em alguns testes se observou que a adequação do horário ótimo do dia do indivíduo com o horário da realização do teste melhorou a performance da memória, enquanto que em outros testes se observou relação inversa ou mesmo não relação, tanto para memória de curto prazo como para memória explícita de longo prazo. Ambos os trabalhos evidenciam ao mesmo tempo a complexidade e as diferenças entre os diversos sistemas mnemônicos, indicando que a modulação circadiana neles é também diferenciada.

Também analisando memória explícita de longo prazo, Barbosa e Albuquerque (2008) encontraram que mesmo controlando a variável cronotipo os indivíduos que adquiriram a informação durante a tarde tiveram melhor performance, independente do cronotipo. Nesse mesmo estudo, quando incluído a variável cronotipo, a realização da aquisição ou evocação no horário ótimo, tanto para matutinos como para vespertinos, não influenciou o desempenho na memória explícita de longa duração. Já May, Hasher e Foong (2005) encontraram que a evocação da memória explícita de longo prazo era melhor em indivíduos testados no seu horário ótimo (a tarde para vespertinos e pela manhã para matutinos) em relação ao seu horário não ótimo.

Com relação aos dados disponíveis para memória implícita, observa-se um padrão inverso ao cronotipo do indivíduo. May, Hasher e Foong (2005) também avaliaram a memória implícita, que apresentou padrão inverso ao da memória explícita citado, ou seja, melhor performance na fase do dia não ótima dos participantes. Delpouve, Schmitz e Peigneux (2014) também encontraram o padrão de melhor desempenho da memória implícita na fase não ótima do dia, sendo este, contudo, definido subjetivamente pelo indivíduo e não por pontuações em testes de cronotipo.

Um fator que pode está influenciando a variabilidade dos resultados que avaliam a relação entre o horário do dia, o cronotipo e a memória é a grande diversidade de testes de memória utilizada. Além disso, devido à complexidade dos processos de aprendizagem,

diversos outros fatores incidentes sobre as diferentes populações estudadas podem também estar influenciando a diversidade de resultados encontrados (SOUSA, 2010).

8- A ESCOLA COMO ESPAÇO FORMAL DE APRENDIZAGEM, OS HORÁRIOS DE SUAS ATIVIDADES E O DESEMPENHO COGNITIVO

Já foi visto como o ciclo sono-vigília, o cronotipo e os processos mnemônicos influenciam a aprendizagem em nível cognitivo. Mas como esses processos se relacionam com o contexto escolar? Como citado anteriormente, a escola configura um espaço de educação formal, caracterizado por ensino institucionalizado e disciplinar, com normas geralmente rígidas e inflexíveis quando comparadas a outros espaços de educação (GASPAR, 2002).

Além disso, muitos aspectos da dinâmica escolar foram concebidos em épocas em que não se tinha desenvolvido conhecimentos específicos acerca dos componentes fisiológicos subjacentes aos processos de aprendizagem. A rigor, pode-se observar que a escola mantém solidez e estabilidade ao longo do tempo, de modo que sua dinâmica organizacional permanece, em muitos aspectos, inalterada ainda nos tempos de hoje (GASPAR, 2002).

Um fator da dinâmica escolar que está diretamente relacionado ao ciclo sono-vigília, ao cronotipo e ao aprendizado são os horários de suas atividades. Como relatado anteriormente, a vespertinidade dos jovens pode influenciar de forma considerável seu desempenho escolar, uma vez que leva a deficiência crônica de sono, especialmente quando as aulas começam no início da manhã (ROBERTS, ROBERTS e DUONG, 2009; HAGENAUER e LEE, 2012; VINNE et al., 2015; ZERBINI et al., 2017).

Nesse sentido, diversos estudos têm relatado um pior desempenho escolar em indivíduos com deficiência crônica de sono (MEIJER, 2008; PHILIP et al., 2012; PEREZ-LLORET et al., 2013; VINNE et al., 2015) e baixas notas em vespertinos em relação a matutinos (BORISENKOV, PERMINOVA e KOSOVA, 2010; ESCRIBANO et al., 2012; PRECKEL et al., 2013; ZERBINI et al., 2017).

Vinne et al. (2015) demonstraram que indivíduos vespertinos apresentam pior desempenho em provas quando estas são realizadas pela manhã, em comparação à quando são realizadas pela tarde. Besoluk (2011) analisou a performance de 235 estudantes que haviam concluído o ensino médio numa prova padronizada de acesso à Universidade realizada pela

manhã. Os resultados demonstraram que os indivíduos matutinos obtiveram melhores pontuações em relação aos vespertinos. A questão ainda não está completamente elucidada, uma vez que Indla et al. (2016) não encontrou diferença na performance escolar dos indivíduos de diferentes cronotipos.

A diferença nas notas entre os matutinos e os vespertinos tem origem, além de outras coisas, na hora que é realizada a avaliação. Isso poderia ser explicado pelo fato de que existem alterações nas funções cognitivas ao longo do dia e quando indivíduos de diferentes cronotipos são testados num mesmo horário, eles estão, na verdade, em diferentes horários “internos” (WILE e SHOUPPE, 2011; ESCRIBANO e DÍAZ-MORALES; 2014; VINNE et al., 2015; ZERBINI et al., 2017).

O menor sucesso escolar em vespertinos também pode ser explicado por um menor comparecimento as aulas. Quando as aulas ocorrem no período da manhã, os indivíduos vespertinos apresentam maior dificuldade para acordar quando comparado aos matutinos. Por isso muitos chegam atrasados ou faltam as aulas, influenciando no seu rendimento (ZERBINI et al., 2017).

Importante perceber também que a não sincronização dos horários escolares com o cronotipo dos alunos e a deficiência crônica de sono pode levar não só a um mau desempenho escolar, mas também a problemas de saúde (VINNE et al., 2015).

Diante de tais evidências, algumas experiências têm sido conduzidas no sentido de alterar os horários das aulas e perceber o impacto nos resultados dos alunos. A análise dessas mudanças de horário têm evidenciado melhoras não só do rendimento escolar dos alunos, mas também de aspectos como melhor qualidade de sono, menor sonolência diurna e humor (DANNER e PHILLIPS, 2008; OWENS, BELON e MOSS, 2010; CARRELL, MAGHAKIAN e WEST, 2011; WILE SHOUPPE, 2011; BOERGERS, GABLE e OWENS, 2014; THACHER e ONYPER, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola tem por objetivo promover a aprendizagem de seus integrantes. Dessa forma, toda a organização da dinâmica escolar deve ser pensada para proporcionar seus objetivos. Um aspecto importante da dinâmica organizacional da escola que tem ganhado atenção nos últimos tempos é a organização temporal de suas atividades. Isso porque o padrão sono/vigília regula diversas funções fisiológicas que tornam o aprendizado mais eficiente em alguns momentos do dia. Além disso, já é bem consolidado na literatura científica que o sono desempenha um papel importante no processo de aprendizagem, especialmente pela sua relação com a consolidação das memórias (ARAÚJO, DANTAS e LIMA, 2003).

Nesse sentido, este trabalho traz à discussão um outro elemento que influencia no processo de ensino-aprendizagem. Como evidenciado, o cronotipo dos indivíduos modula funções cognitivas críticas ao processo de aprendizagem. Dependendo do cronotipo do sujeito essas funções cognitivas flutuam ao longo das 24 horas do dia, proporcionando fases mais ou menos propícias à aprendizagem.

Por meio das análises das características individuais relativas ao padrão sono/vigília, pode-se perceber que a não adequação dos horários escolares ao cronotipo dos indivíduos pode prejudicar a aprendizagem. Esse prejuízo se dá por meios tão diretos como à memória, mas também por meios indiretos, como atrasos e a faltas às aulas. Através das observações descritas de escolas que modificaram sua organização temporal, podemos perceber que, de fato, os horários escolares influenciam diretamente no rendimento dos estudantes.

Diante desse cenário, acredito que seja necessário a flexibilização dos horários escolares, notadamente o do início das aulas, das avaliações e oferta do turno vespertino. Para elucidar mais essa discussão, trabalhos posteriores podem ser realizados no sentido de analisar os processos mnemônicos e atencionais em adolescentes escolares de diferentes cronotipos e em diferentes turnos, uma vez que existem poucos trabalhos disponíveis que tratem da relação entre memória e cronotipo em adolescentes.

REFERÊNCIAS

- ADAN, A; NATALE, V. Gender differences in morningness–eveningness preference. **Chronobiology International**, v. 19, p. 709-20, 2002.
- ALAM, M. F. et al. Caracterização e distribuição de cronotipos no sul do Brasil: diferenças de gênero e estação de nascimento. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 57, p. 83-90, 2008.
- ALCOCK, J. **Comportamento Animal: uma abordagem evolutiva**. 9 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- ALMIRALL, H. Including neither-type in the morningness-eveningness dimension decreases the robustness of the model. **Perceptual and Motor Skills**, v. 77, p. 243-254, 1993.
- ARAÚJO, J. F.; DANTAS, A. L. M.; LIMA, P. F. Ciclo sono-vigília: horários escolares e desempenho acadêmico. **Plures Humanidade**, v. 4, n. 1, 2003.
- ASCHOFF, J. Circadian Rhythms in Man: A self-sustained oscillator with an inherent frequency underlies human 24-hour periodicity. **Science**, v. 148, n. 3676, p. 1427–1432, 1965.
- ASCHOFF, J. et al. Meal timing in humans during isolation without time cues. **J Biol Rhythms**, v. 1, n. 151-162, 1986.
- AZAD-MARZABADI, E.; AMIRI, S.; BEHNEZHAD, S. Cognitive impairment, retrospective and prospective memory, and visual inattention in chronotype. **Neuropsychiatry i Neuropsychologia**, v. 12, n. 2, p. 54-60, 2017.
- BADDELEY, A. et al. Memory and Time of day. **Quartely Journal of Exeprimental Psychology**, v. 22, p. 605-609, 1970.
- BADDELEY, A. Working memory. **Current Biology**, v. 20, n. 4., 2010.
- BADDELEY, A.; LOGIE, R. H. Working memory: The multiple-component model. In: MIYAKE, A; SHAH, P. (Eds.), **Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control**. New York: Cambridge, 1999.
- BANDURA, A. The evolution of social cognitive theory. In: SMITH, K. G.; HITT, M. A. **Great minds in management**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 9-35.
- BARBOSA, F. F. **Variação matutina e vespertina no desempenho em testes de memória e de compreensão de leitura em adolescentes escolares com diferentes cronotipos**. 80 F. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte,

Natal, 2007.

BARBOSA, F. F.; ALBUQUERQUE, F. S. Effect of the time-of-day of training on explicit memory. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, p. 477-481, 2008.

BARBOSA, F. F.; SILVA, C. A. Cronobiologia, memória e distúrbios psiquiátricos. In: ALVES, N. T.; GAUDÊNCIO, C. A. **Processos básicos e avaliação psicológica: perspectivas, contextos e aplicações**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2015.

BASTOS, F. et al. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. **Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BENNETT, C. L. et al. Individual differences in the influence of time of day on executive functions. **American Journal of Psychology**, v. 121, n. 3, p. 349-361, 2008.

BESOLUK, S. Morningness–eveningness preferences and university entrance examination scores of high school students. **Personality and Individual Differences**, v. 50, p. 248-252, 2011.

BHATTACHARYA, S. K.; TRIPATHI, S. R. The effects of times of day on cognitive and visuo-motor performance efficiency. **J. Human Ergol.**, v. 18, p. 23-31, 1989.

BLÅVARG, C. **The alluring nature of episodic odor memory: sensory and cognitive correlates across age and sex**. 79 F. Tese (Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences) – Uppsala University, Uppsala, 2016.

BOERGERS, J.; GABLE, C. J.; OWENS, J. A. Later school start time is associated with improved sleep and daytime functioning in adolescents. **J Dev Behav Pediatr**, v. 35, p. 11-17, 2014.

BORISENKOV, M. F.; PERMINOVA, E. V.; KOSOVA, A. L. Chronotype, sleep length, and school achievement of 11- to 23-year-old students in northern European Russia. **Chronobiol Int**, v. 27, p. 1259-1270, 2010.

BRANDÃO, C. R. **O que é educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1981. 116 p.

BUENO, G. R.; LUCENA, T. F. R. **Geração cabeça-baixa: saúde e comportamento dos**

jovens no uso das tecnologias móveis. In: SIMPÓSIO NACIONAL ABCIBER, 9., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo: PUC, 2016.

BURKE, S. N.; BARNES, C. A. The neural representation of 3-dimensional objects in rodent memory circuits. **Behavioural Brain Research**, v. 285, p. 60–66, 2015.

CABRAL, T. B. **Ciclo sono-vigília: horários escolares e desempenho acadêmico.** Dissertação (Mestre em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

CABRAL, T. et al. Post-class naps boost declarative learning in a naturalistic school setting. **npj Science of Learning**, v. 14, 2018.

CARRELL, S. E.; MAGHAKIAN, T.; WEST, J. E. A's from zzzz's? The causal effect of school start time on the academic achievement of adolescents. **Am Econ J Econ Policy**, v. 3, p. 62-81, 2011.

CARVALHO, A. M. A. Etologia e Comportamento Social. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PSICOLOGIA SOCIAL, 4., 1988, Vitória. **Anais...** Vitória, 1988.

CARVALHO, T. M. C. S. et al. Qualidade do Sono e Sonolência Diurna Entre Estudantes Universitários de Diferentes Áreas. **Rev Neurocienc**, v. 21, n. 3, p. 383-387, 2013.

COHEN, N. J.; EICHENBAUM, H. **Memory, amnesia and the hippocampal system.** Cambridge: MIT Press, 1994.

COSENZA, R; GUERRA, L. **Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende.** Porto Alegre: Artmed, 2011.

DANNER, F.; PHILLIPS, B. Adolescent sleep, school start times, and teen motor vehicle crashes. **J. Clin. Sleep Med.**, v. 4, p. 533-535, 2008.

DEBOER, T. et al. Sleep states alter activity of suprachiasmatic nucleus neurons. **Nature Neuroscience**, v. 6, n. 10, 2003.

DELPOUVE, J.; SCHMITZ, R; PEIGNEUX, P. Implicit learning is better at subjectively defined non-optimal time of day. **Cortex**, v. 58, p. 18-22, 2014.

DIJK, D. J.; SCHANTZ, M. V. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by a symphony of oscillators. **Journal of biological rhythms**, v. 20, n. 4, p. 279-290, 2005.

DUARTE, L. L. et al. Chronotype ontogeny related to gender. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, vol. 47, n. 4, p. 316-320, 2014.

DWORAK, M. et al. Impact of Singular Excessive Computer Game and Television Exposure on Sleep Patterns and Memory Performance of School-aged Children. **PEDIATRICS**, v. 120, n. 5, 2007.

ESCRIBANO, C. et al. Morningness/eveningness and school performance among Spanish adolescents: further evidence. **Learn Individ Differ**, v. 22, p. 409-413, 2012.

ESCRIBANO, C.; DÍAZ-MORALES, J. F. Daily fluctuations in attention at school considering starting time and chronotype: an exploratory study. **Chronobiol Int**, v. 31, p. 761-769, 2014.

FABBRI, M.; NATALE, V.; ADAN, A. Effect of time of day on arithmetic fact retrieval in a number-matching task. **Acta Psychologica**, v. 127, p. 485-490, 2008.

FIGUEIREDO, F. T.; NEGREIROS, R. L.; ARAÚJO, R. L. S. A educação inclusiva e o processo ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 3, p. 15-35, 2017.

FOLKARD, S. et al. Time of day effects in school children's immediate and delayed recall of meaningful material. **Br J Psychol**, v. 68, p. 45-50, 1977.

FOLKARD, S.; MONK, T. H. Circadian rhythms in human memory. **Br J Psychol**, v. 71, p. 295-307, 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2017.

FREITAG, B. **Escola, Estado e Sociedade**. 4 ed. São Paulo: Moraes, 1980.

FROTA, M. A. et al. Má alimentação: fator que influencia na aprendizagem de crianças de uma escola pública. **Rev. APS**, v. 12, n. 3, p. 278-284, 2009.

FULLER, P. M.; GOOLEY, J. J.; SAPER, C. B. Neurobiology of the Sleep-Wake Cycle: Sleep Architecture, Circadian Regulation, and Regulatory Feedback. **Journal of Biological Rhythms**, v. 21, n. 6, 2006.

GASPAR, A. A educação formal e a educação informal em ciências. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Org.). **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia/UFRJ, 2002.

GOLDSTEIN, D. et al. Time of day, intellectual performance, and behavioral problems in morning versus evening type adolescents: is there a synchrony effect? **Pers Individ Dif**, v. 42, p. 431-440, 2007.

HAGENAUER, M. H.; LEE, T. M. The neuroendocrine control of the circadian system: Adolescent chronotype. **Frontiers in Neuroendocrinology**, v. 33, p. 211-229, 2012.

HORNE, J. A.; OSTBERG, O. A self-assessment questionnaire to determine morningness – eveningness in human circadian rhythms. **International Journal of Chronobiology**, v. 4, p. 97-110, 1976.

INDLA, Y. R. et al. Chronotype and academic performance of adolescents. **National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology**, v. 6, n. 5, 2016.

IZQUIERDO, I. Memórias. **Estudos Avançados**, v. 3, n. 6, 1989.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos Espaços Não-Formais de Educação para a Formação da Cultura Científica. **Em Extensão**, v. 7, 2008.

JEWETT, M. E. et al. Dose-response relationship between sleep duration and human psychomotor vigilance and subjective alertness. **Sleep**, v. 22, p. 171-179, 1999.

KANDEL, E. R. et al. **Princípios de Neurociências**. 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

KANDEL, E. R.; DUDAI, Y; MAYFORD, M. R. The Molecular and Systems Biology of Memory. **Cell**, v. 157, 2014.

KIM, S. et al. Children's time of day preference: age, gender and ethnic differences. **Pers Individ Dif**, v. 33, p. 1083-1090, 2002.

KYLE, S. D. et al. Sleep and cognitive performance: Cross-sectional associations from the UK Biobank. **Sleep Med.**, v. 38, p. 85-91, 2017.

LIMA, A. M. A. et al. Evening chronotypes experience poor sleep quality when taking classes with early starting times. **Sleep Science**, v. 3, n. 1, p. 45-48, 2010.

LIMA, P. F. et al. Changes in sleep habits of medical students according to class starting time: a longitudinal study. **Sleep Science**, v. 2, n. 2, p. 92-95, 2009.

LIMA, P. F.; MEDEIROS, A. L. D.; ARAUJO, J. F. Sleep-wake pattern of medical students: early versus late class starting time. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, p. 1373-1377, 2002.

LOUZADA, F. M., MENNA-BARRETO, L. **O sono na sala de aula: tempo escolar e tempo biológico.** Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2007.

MAGILA, M. C.; XAVIER, G. F. Modelos de Memória de Longa Duração em Humanos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 15, n. 1, p. 37-44, 1999.

MAY, C. P.; HASHER, L. Synchrony effects in inhibitory control over thought and action. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 24, p. 363-379, 1998.

MAY, C. P.; HASHER, L.; FOONG, N. Implicit Memory, Age, and Time of Day. **Psychol Sci.**, v. 16, n. 1, p. 96-100, 2005.

MAYLOR, E. A.; BADHAM, S. P. Effects of time of day on age-related associative deficits. **Psychol Aging.**, v. 33, n. 1, p. 7-16, 2018.

MEDEIROS, A. L. et al. The Relationships between Sleep-Wake Cycle and Academic Performance in Medical Students. **Biological Rhythm Research**, v. 32, n. 2, p. 263-270, 2001.

MEIJER, A. M. Chronic sleep reduction, functioning at school and school achievement in preadolescents. **J Sleep Res**, v. 17, p. 395-405, 2008.

MENDES, R. A. P. C. **Variação matutina e vespertina no desempenho em testes de memória e de compreensão de leitura em adolescentes escolares com diferentes cronotipos.** 201 F. Dissertação (Mestrado em Biologia Funcional e Molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MILLAR, K.; STYLES, B. C.; WASTELL, D. G. Time of day and retrieval from long-term memory. **British Journal of Psychology**, v. 71, p. 407-414, 1980.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 383p.

NATIONAL INSTITUTE OF GENERAL MEDICAL SCIENCES. **Circadian Rhythms.** Disponível em: <https://www.nigms.nih.gov/education/pages/Factsheet_CircadianRhythms.aspx>. Acesso em: 26/04/2019.

OSBORNE, R.; WITTRICK, M. The generative model and its implications for science education. **Studies in Science Education**, v. 12, p. 59-87, 1985.

OWENS, J. A.; BELON, K.; MOSS, P. Impact of delaying school start time on adolescent sleep, mood, and behavior. **Arch Pediatr Adolesc Med**, v. 164, p. 608-614, 2010.

PAULA, G. R. et al. Neuropsicologia da aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 23, n. 72, p. 224-231, 2006.

PEREZ-LLORET, S. et al. A multi-step pathway connecting short sleep duration to daytime somnolence, reduced attention, and poor academic performance: an exploratory cross-sectional study in teenagers. **J Clin Sleep Med**, v. 9, p. 469-473, 2013.

PETROS, V. T.; BECKWITH, B. E.; ANDERSON, M. Individual differences in the effects of time of day and passage difficulty on prose memory in adults. **British Journal of Psychology**, v. 81, p. 63-12, 1990.

PHILIP, P. et al. Acute versus chronic partial sleep deprivation in middle-aged people: differential effect on performance and sleepiness. **Sleep**, v. 35, p. 997-1002, 2012.

PIAJET, J. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. **Human Development**, v. 15, p. 1-12, 1972.

PLANK, P. Y. et al. Identificação do cronotipo e nível de atenção de estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, supl. 1, p. 42-44, 2008.

PRECKEL, F. et al. Morningness-eveningness and educational outcomes: the lark has an advantage over the owl at high school. **Br J Educ Psychol**, v. 83, p. 114-134, 2013.

REALVAS, M. P. **Fundamentos Biológicos da Educação**. Rio de Janeiro: Wak, 2009.

RIBEIRO, S. Sonho, memória e o reencontro de Freud com o cérebro. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, 2003.

ROBERTS, R. E.; ROBERTS, C. R.; DUONG, H. T. Sleepless in adolescence: prospective data on sleep deprivation, health and functioning. **J Adolesc**, v. 32, p. 1045-1057, 2009.

SILVA, F. P. **Avaliação do padrão do ciclo sono-vigília e a cognição em estudantes de medicina com diferentes esquemas de horários de aulas**. Dissertação (Mestre em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SOUSA, G. A. F. **Desempenho de estudantes universitários em testes matutinos e vespertinos para avaliação da memória episódica e operacional**. 140 F. Dissertação (Mestrado em Biologia Funcional e Molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

SOUSA, I. C.; ARAÚJO, J. F.; AZEVEDO, C. V. M. The effect of a sleep hygiene education program on the sleep–wake cycle of Brazilian adolescent students. **Sleep and Biological Rhythms**, v. 5, p. 251–258, 2007.

SOUSA, I. C.; FERREIRA, D. L. Relação entre as pesquisas sobre o sono e a escola. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011.

SOUZA, V. L. T. et al. Psicologia, educação e a sociedade contemporânea: reflexões sob a perspectiva da Psicologia sócio-histórica. **Psicólogo informação**, v. 11, n. 11, 2007.

TAILLARD, J. et al. The circadian and homeostatic modulation of sleep pressure during wakefulness between morning and evening chronotypes. **Jornal of sleep research**, v. 12, n. 4, p. 275-282, 2003.

TESTU, F.; CLARISSE, R. Time-of-day and day-of-week effects on mnemonic performance. **Chronobiol Int**, v. 16, p. 491-503, 1999.

THACHER, P. V.; ONYPER, S. V. Longitudinal outcomes of start time delay on sleep, behavior, and achievement in high school. **Sleep**, v. 39, p. 271-281, 2016.

TULVING, E. Episodic and semantic memory. In: TULVING, E.; DONALDSON, W. (Eds.) **Organization of Memory**. New York: Academic Press, 1972.

VINNE, V. et al. Timing of examinations affects school performance differently in early and late chronotypes. **J Biol Rhythms**, v. 30, p. 53-60, 2015.

WILE, A. J.; SHOUPPE, G. A. Does Time-of-Day of Instruction Impact Class Achievement? **Perspectives In Learning**, v. 12, n. 1, 2011.

WOLFSON, A. R.; CARSKADON, M. A. Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. **Child Dev.**, v. 69, n. 4, p. 875-87, 1998.

YAMAZAKI, Y. et al. Effects of chronotype and environmental factors upon sleep and mental health in Japanese students aged 18-40 yrs. **Biological Rhythm Research**, v. 46, n. 6, p. 1-26, 2015.

ZERBINI, G. et al. Lower school performance in late chronotypes: underlying factors and mechanisms. **Scientific Reports**, v. 7, 2017.