



Psicologia em Pesquisa

<https://periodicos.ufjf.br/index.php/psicologiaempesquisa>



O papel da emoção na percepção de tempo: uma revisão sistemática

The role of emotion in time perception: a systematic review

El papel de la emoción en la percepción del tiempo: una revisión sistemática

Leonardo Gomes Bernardino¹, Felipe Santos de Oliveira² & Rui de Moraes Jr.³

¹ Universidade Federal de Uberlândia – UFU. *E-mail*: lgbernardino@ufu.br *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7487-1616>

² Universidade Estácio de Sá. *E-mail*: deoliveirafs@gmail.com *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7862-9744>

³ Universidade de Brasília – UnB. *E-mail*: rui.moraes@unb.br *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9271-9789>

RESUMO

O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar estudos empíricos publicados entre 2015 e 2019, que investigaram os efeitos da emoção sobre a percepção de tempo. Foram utilizados os descritores *time perception* e *emotion* nas bases de dados PubMed, BVS, PsycINFO e Science Direct. A análise de 31 artigos revelou a prevalência: (1) da tarefa de bissecção temporal, (2) da utilização de cenas visuais com emoções negativas, (3) da atenção e do nível de alerta presentes no Modelo Oscilador-Acumulador (MOA) para explicar os dados. A revisão revelou também a proposição de novos modelos teóricos, que necessitam ser investigados em pesquisas futuras.

PALAVRAS-CHAVE:

Percepção de tempo; Emoção; Nível de alerta; Atenção; Modelos teóricos.

ABSTRACT

The aim of this systematic review was to evaluate empirical studies published between 2015 and 2019, which investigated the effects of emotion on time perception. The descriptors “time perception” and “emotion” were used in the databases PubMed, BVS, PsycINFO and Science Direct. The analysis of 31 papers showed the prevalence of the (1) temporal bisection task, (2) use of visual scenes with negative emoticons, and (3) arousal and attention as components of Pacemaker-Accumulator (PA) model to explain the data. The review also revealed the proposition of new theoretical models, which need to be verified in future research.

KEYWORDS:

Time perception; Emotion; Arousal; Attention; Theoretical models.

RESUMEN

El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar los estudios empíricos publicados entre 2015 y 2019, que investigaron los efectos de la emoción en la percepción del tiempo. Se utilizaron los descriptores *time perception* y *emotion* en las bases de datos PubMed, BVS, PsycINFO y Science Direct. El análisis de 31 artículos enseñó la prevalencia (1) tarea de bisecación temporal, (2) uso de escenas visuales con emociones negativas, (3) el *arousal* y la atención como componentes del Modelo Oscilador-Acumulador para explicar los datos. La revisión también reveló la propuesta de nuevos modelos teóricos, que deben testarse en futuras investigaciones.

PALABRAS CLAVE:

Percepción del tiempo; Emoción; Excitación fisiológica; Atención; Modelos teóricos.

Informações do artigo:

Leonardo Gomes Bernardino
lgbernardino@ufu.br

Recebido em: 30/04/2020

Aceito em: 15/07/2020

O tempo é um aspecto fundamental da relação do indivíduo com o seu ambiente, e sua estimativa acurada é condição necessária para a manutenção e regulação de comportamentos essenciais para a sobrevivência e a adaptação dos animais, como controle motor, comer e dormir, sendo importante também para comportamentos complexos nos humanos, como o reconhecimento de fala e a tomada de decisão (Buhusi & Meck, 2005). Assim como nos outros processos perceptivos, não há uma correspondência exata entre o estímulo “real” (tempo cronológico) e o julgamento acerca da passagem de tempo (percepção subjetiva de tempo). As distorções temporais são experimentadas com frequência no cotidiano, por exemplo, todos nós já tivemos a sensação de que o tempo passou muito rápido em situações de diversão; e, por outro lado, que o tempo “não passou” em contextos desagradáveis. Nesses exemplos fica evidente o papel modulador da emoção sobre a percepção de tempo, o qual já foi investigado em inúmeros estudos (para uma revisão, ver

Lake, LaBar, & Meck, 2016).

Em geral, as distorções temporais relacionadas ao processamento emocional são explicadas por dois fatores: o nível de alerta fisiológico (*arousal*, em inglês) e os recursos atentos mobilizados automaticamente. Estes estão incluídos no principal sistema teórico de percepção de tempo, conhecido como Modelo Oscilador-Acumulador (MOA; *pacemaker-accumulator model*, em inglês) ou modelo do relógio interno, que é derivado da Teoria da Expectativa Escalar, proposta por Gibbon, Church e Meck (1984) e modificada por Zakay e Block (1997). Isso nos indica que o MOA assume que as estimativas de tempo possuem propriedades escalares, isto é, elas variam linearmente com a duração estimada (i.e., seguindo a lei de Weber) e suas funções de distribuição mantêm as propriedades estatísticas independente da escala de medida.

O MOA é constituído por três componentes: (1) Oscilador, que pressupõe a existência de sistemas neurais dedicados à emissão constante de pulsos ou sinais (unidades de tempo em uma taxa específica) e os envia ao (2) Acumulador, que recebe esses pulsos dividindo-os em eventos e os transfere ao (3) Comparador, que contrasta esses pulsos às referências armazenadas na memória de trabalho e na memória de longo prazo, produzindo uma estimativa do tempo transcorrido. Entre o Oscilador e o Acumulador postulou-se a existência de um portão que, aberto permite e fechado impede, a transferência de pulsos entre esses componentes. Também é utilizada a palavra “interruptor” (*switch*, em inglês) no lugar de “portão” (*gate*, em inglês) mas seu funcionamento é o oposto: a abertura impede e o fechamento permite a chegada dos pulsos ao Acumulador (Matthews & Meck, 2016).

Como já mencionado, esse modelo apresenta duas explicações para as distorções temporais causadas pela emoção. Primeiro, o nível de alerta fisiológico modula o funcionamento do Oscilador, isto é, quanto maior o nível de alerta, maior será a emissão de pulsos (efeito multiplicativo) e o tempo será percebido como passando “mais devagar” (superestimação do tempo percebido). Esse mecanismo é observado principalmente na escala dos milissegundos, conhecida como temporização motora, estando associado ao funcionamento da área motora e pré-motora e, conseqüentemente, amplas vias que incluem o tronco encefálico, cerebelo, núcleos da base e córtices motores frontais. Em segundo lugar, a atenção é o principal modulador da abertura

ou fechamento do portão (efeito aditivo). Se os recursos atentos estão voltados para o processamento temporal, o portão se mantém aberto e os pulsos chegam normalmente ao Acumulador. Por outro lado, se a atenção é alocada para aspectos não temporais, por exemplo uma emoção, o portão se fecha, pulsos são perdidos e o tempo é percebido como passando “mais rápido” (subestimação temporal). Esse processo ocorre prevalentemente na escala temporal que compreende intervalos acima de um segundo até várias horas, chamado de tempo cognitivo, que está associado à ativação de regiões córtico-parietais (Buhusi & Meck, 2005).

Nas últimas duas décadas, uma grande quantidade de estudos encontrou evidências favoráveis ao MOA. O efeito da emoção sobre a percepção de tempo foi investigado em diferentes grupos (e.g., idade, sexo, populações clínicas) e escalas temporais (i.e., milissegundos, segundos e minutos), utilizando estímulos visuais (e.g. palavras, faces e cenas visuais, estáticas e dinâmicas), auditivos, olfativos e táteis (dolorosos ou não) para realizar a indução emocional, em sua maioria, de valência negativa (ver Wearden, 2016). Estes achados foram obtidos nos dois paradigmas experimentais de investigação da passagem do tempo: as tarefas prospectivas (ou explícitas), nas quais o participante é informado que fará estimativas temporais, recrutando principalmente processos atentos; e as tarefas retrospectivas (ou implícitas), nas quais o participante não é informado que as realizará, o que dificulta sua implementação experimental e mobiliza prevalentemente processos mnemônicos. Assim, as tarefas prospectivas (estimação verbal, produção, reprodução e discriminação) foram utilizadas mais frequentemente, com prevalência da tarefa de bissecção temporal, um caso particular de discriminação. Para mais informações sobre a tarefa de bissecção temporal, ver Kopec e Brody (2010); e para uma comparação entre as tarefas prospectivas, ver Gil e Droit-Volet (2011).

Ademais, estudos com técnicas de imageamento cerebral e de registro de atividade elétrica encontraram áreas cerebrais envolvidas na percepção de intervalos de tempo, que são consideradas o substrato neural do MOA: os núcleos da base, a área motora suplementar, a ínsula anterior e posterior, e as regiões parietais e frontais (Wittmann, 2013). Por exemplo, as vias eferentes do circuito fronto-estriatal atuam como Oscilador; regiões do córtex frontal atuam como Acumulador, tendo a amplitude da variação

negativa contingente (CNV)⁴ como indicador desse processo; e o córtex pré-frontal dorsolateral estaria associado com os estágios de memória do Comparador (Coull, Cheng, & Meck, 2011).

É evidente que o MOA apresenta um arcabouço teórico útil, que permite a explicação de uma grande quantidade de achados empíricos. No entanto, resultados que não se adequam às premissas do modelo (por exemplo, Smith, McIver, Di Nella & Crease, 2011) tornaram-se mais frequentes e, mais recentemente, diversos autores começaram a questioná-lo (Benau & Atchley, 2020; Lake, LaBar et al., 2016; Matthews & Meck, 2016). Outros modelos teóricos (implícitos intrínsecos) tampouco conseguem explicar esses resultados contraditórios (Wittmann, 2013). Assim, a maneira como a emoção afeta as estimativas temporais não é tão direta e óbvia, necessitando mais investigações empíricas e a proposição de modelos teóricos alternativos.

Frente ao exposto e dado o volume da produção científica sobre a relação emoção e percepção de tempo, o presente estudo teve como objetivo verificar o estado da arte do papel das emoções sobre a percepção de tempo e sintetizar os principais achados sobre o tema na produção bibliográfica dos últimos cinco anos. Por meio de uma revisão sistemática pretendeu-se descrever os resultados de estudos empíricos que investigaram o efeito do processamento emocional sobre estimativas temporais, bem os tipos de estímulos e de tarefas empregados nestes estudos.

Método

Delineamento do estudo

Para a realização da revisão sistemática da literatura, adotou-se o procedimento padronizado descrito por Khan, Kunz, Kleijnen e Antes (2003) e teve por objetivo responder a questão: “Como a emoção afeta a percepção de tempo?”.

Bases de dados, palavras-chave e critérios de elegibilidade

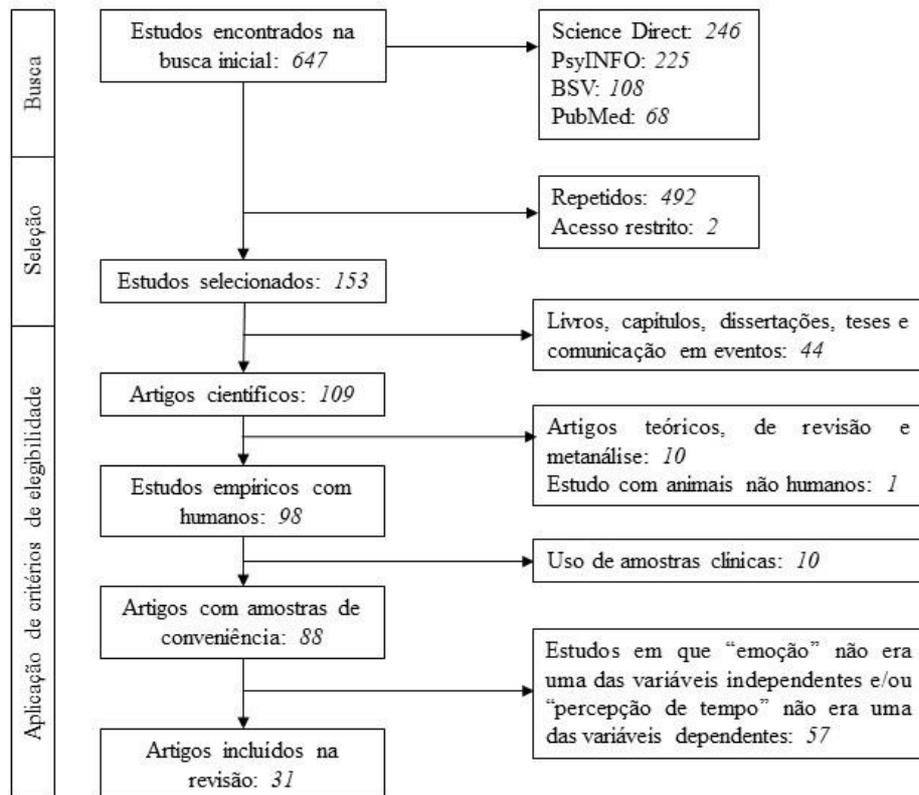
O levantamento bibliográfico foi realizado no mês de dezembro de 2019 nas bases de dados PubMed, BVS, PsycINFO e Science Direct. Foram utilizados os descritores *time perception* e *emotion* juntamente com

⁴ Variação negativa contingente ou CNV (do inglês, *contingente negative variation*) é um componente eletrofisiológico caracterizado por um potencial cortical negativo lento (i.e., de latência longa) observado em tarefas de estimação temporal; ver Macar e Vidal (2009), mas também van Rijn, Kononowicz, Meck e Penney (2011).

o operador de busca “AND”, e limitou-se a busca à artigos publicados nos últimos cinco anos (período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019). Além disso, para realizar uma seleção dos artigos mais adequada à questão escolhida, adotou-se os seguintes critérios de elegibilidade: (A) estudos publicados em formato de artigo científico; (B) artigos com abordagem empírica com humanos; (C) o estudo não poderia conter amostras clínicas, visto que os processos psicobiológicos e fisiopatológicos específicos dos transtornos e dos quadros clínicos acrescentariam variáveis de confusão à análise aqui proposta, principalmente naqueles que afetam a modulação emocional, a atenção e a memória; e (D) estudos em que “emoção” era uma variável independente e “percepção de tempo” era uma variável dependente. A busca e a avaliação dos artigos foram realizadas por dois pesquisadores da área, autores do presente artigo.

Coleta e análise de dados

O levantamento bibliográfico inicial resultou em 246 estudos na base de dados Science Direct, 225 estudos na base de dados PsycINFO, 108 estudos na base de dados BVS e 68 estudos na base de dados PubMed, totalizando 647 estudos publicados entre 2015 e 2019. Primeiramente, foram excluídos os estudos duplicados (492) e os estudos com acesso restrito (2), e depois se aplicaram os critérios de elegibilidade nos 153 artigos restantes. Foram excluídos: 44 estudos que foram publicados em formato de livros, capítulos de livros, teses, dissertações e comunicações em eventos científicos (critério A); 10 artigos teóricos, revisões da literatura e metanálises e um (1) estudo empírico com animal (critério B); 10 estudos com amostras clínicas, dois destes com pacientes diagnosticados com esquizofrenia e os restantes com diferentes condições clínicas, a saber: anorexia e bulimia, demência, ansiedade social, fobia específica, transtorno bipolar, doença de Parkinson, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, e autismo (Critério C); e 57 estudos em que “emoção” não era uma variável independente e/ou “percepção de tempo” não era uma variável dependente (Critério D). Ao término da aplicação dos critérios de inclusão, foram selecionados 31 artigos para leitura. Na Figura 1 é apresentado o procedimento realizado para a identificação e a seleção dos estudos incluídos nesta revisão.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Figura 1.

Fluxo do processo de identificação e seleção dos artigos.

Os 31 artigos selecionados foram lidos por dois pesquisadores da área, autores do presente artigo, e para sua análise mais detalhada foram escolhidas as seguintes categorias: a tarefa de estimativa temporal; a amplitude dos intervalos estimados; a natureza dos estímulos utilizados (i.e., modalidade sensorial); o tipo de conteúdo emocional dos estímulos; a utilização de medidas psicofisiológicas e de registro da atividade cerebral; e os principais resultados em termos de subestimação/superestimação temporal e a explicação destes em função dos modelos teóricos de percepção de tempo.

Resultados⁵

Tarefa de estimativa temporal

As publicações selecionadas utilizaram as tarefas prospectivas com maior frequência (25), sendo 24

⁵ Nesta seção, as citações são acompanhadas por um número sobrescrito, os quais estão vinculados à Tabela 1. Esse recurso foi utilizado para facilitar a identificação dos artigos analisados.

artigos com apenas uma tarefa e um artigo com duas tarefas prospectivas. Foram analisados três artigos exclusivamente com tarefas retrospectivas (Brand, Thiabaud, & Dray, 2016¹¹; Droit-Volet, 2016¹⁴; Droit-Volet & Berthon, 2017¹⁷) e outros três artigos com tarefas prospectivas e retrospectivas, cujo objetivo foi a comparação entre as tarefas. Destes, dois encontraram resultados semelhantes para ambas as tarefas (Özgör, Şenyer Özgör, Duru, & Işoğlu-Alkaç, 2018²³; van Elk & Rotteveel, 2019³⁰) e apenas um encontrou resultados que foram tarefa-dependentes (Johnson & MacKay, 2018²¹).

Dentre as tarefas prospectivas, a tarefa de bissecção temporal (15 artigos) e a de discriminação (sete artigos) foram as mais utilizadas para estimar o tempo. Cabe destacar que a natureza destas são semelhantes, sendo a tarefa de bissecção um caso particular da tarefa de discriminação. Isto é, ambas envolvem a comparação entre duas durações apresentadas ao participante, entretanto a tarefa de bissecção exige uma etapa prévia de aprendizado. As outras tarefas prospectivas foram utilizadas em sete artigos: estimativa verbal (Ogden, Henderson, McGlone, & Richter, 2019²⁶; Ogden, Moore, Redfern, & McGlone, 2015⁸; Özgör et al., 2018²³); produção (Ballotta, Lui, Porro, Nichelli, & Benuzzi, 2018¹⁹; Viau-Quesnel, Savary, & Blanchette, 2019³¹) e reprodução (Guan, Cheng, Fan, & Li, 2015⁵; Pfeuty et al., 2019²⁷).

Observou-se ainda que, em oito artigos, a estimativa temporal ocorreu em uma modalidade sensorial diferente da modalidade utilizada para a indução emocional. Os cruzamentos modais (estimativa temporal-indução emocional) mais comuns foram: estímulos auditivos-visuais (Droit-Volet, 2016¹⁴; Droit-Volet & Berthon, 2017¹⁷; Viau-Quesnel et al., 2019³¹) e estímulos visuais-táteis (Fayolle, Gil & Droit-Volet, 2015³; Ogden et al., 2015⁸).

Amplitude do intervalo temporal

A maioria dos artigos analisados (18) utilizaram intervalos temporais para serem julgados que se estendiam da escala de milissegundos para a escala de segundos. Em contraste, oito estudos solicitaram estimativas temporais exclusivamente em intervalos superiores a um segundo e cinco estudos exclusivamente em intervalos inferiores a um segundo. Cabe destacar que, tomando em conjunto todos os artigos com intervalos na escala de segundos, houve somente seis estudos que total ou parcialmente envolviam estimativas

temporais superiores a quatro segundos. Destes, um artigo tinha entre suas condições experimentais o intervalo entre 2 e 8 segundos (Fayolle et al., 2015³), um artigo com tempos para estimativa de 4 e 8 segundos (Özgör et al., 2018²³), um com os tempos de 3, 5 e 7 segundos (Pfeuty et al., 2019²⁷) e, por fim, um artigo com o tempo para estimativa de 5 segundos em um de seus experimentos (Viau-Quesnel et al., 2019³¹). Ademais, observou-se dois artigos com tarefa retrospectiva, nos quais os participantes estimavam intervalos entre 20 e 30 segundos (van Elk & Rotteveel, 2019³⁰) e intervalos de aproximadamente 2, 3 e 5 minutos dependendo da tarefa (Brand et al., 2016¹¹).

Natureza dos estímulos

Observou-se uma grande predominância dos estímulos visuais (25 artigos) para investigar o processamento emocional, sendo os mais frequentes: as imagens do *International Affective Picture System* (IAPS) e as faces com expressões emocionais, com 11 artigos e sete artigos, respectivamente. Ainda em relação aos estímulos visuais, os artigos também utilizaram palavras (três artigos), vídeos (três artigos) e fotos com expressões corporais (um artigo). Nas outras modalidades sensoriais, foram analisados três artigos com estímulos táteis, sendo dois com choque elétrico (Fayolle et al., 2015³; Lake, Meck, & LaBar, 2016¹⁵) e um com estimulação térmica (Ogden et al., 2015⁸); três artigos com estímulos olfativos (Brand et al., 2016¹¹; Gros et al., 2015⁴; Millot, Laurent, & Casini, 2016¹⁶) e apenas um com estímulo auditivo (Voyer & Reuangrith, 2015¹⁰). Todos os artigos utilizaram somente estímulos de uma modalidade sensorial, com apenas uma exceção (Gros et al., 2015⁴), o qual utilizou estímulos olfativos e visuais (vídeo), obtendo resultados diferentes em função dos estímulos. É importante ressaltar que esse é o único estudo com uma amostra de idosos (idade média de 75 anos), sendo que os outros 30 artigos têm uma amostra de adultos (idade média inferior a 30 anos). Apesar da ideia disseminada de que o tempo passa mais rápido à medida que envelhecemos, essa observação se refere à perspectiva temporal (noções de passado, presente e futuro) e não à percepção subjetiva da passagem de tempo, a qual é menos afetada pelo envelhecimento (e.g., Crisci, Caccavale, & Trojano, 2016), embora os achados sobre esse tema sejam controversos.

Conteúdo emocional

Com exceção de um artigo (van Elk & Rotteveel, 2019³⁰) que realizou indução emocional somente de valências positivas, entre elas de “admiração” (*awe*, em inglês), todos os outros artigos analisados induziram ou emoções negativas exclusivamente (16) ou estas em conjunto com emoções positivas (14). Considerando um modelo discreto, o medo e a raiva foram as emoções investigadas com maior frequência (seis artigos cada), seguidas por tristeza (cinco artigos) e alegria (quatro artigos). O medo e a raiva foram prevalentemente escolhidos por envolverem um alto nível de alerta, variável muito importante para os modelos teóricos da percepção de tempo. No entanto, a maioria dos artigos mantém o nível de alerta constante entre os estímulos e somente três artigos o manipulam diretamente em seus experimentos (Droit-Volet & Berthon, 2017¹⁷; Ogden et al., 2019²⁶; Zhang, Zhang, Yu, Liu, & Luo, 2017¹⁸). Em termos de controle experimental, três artigos não utilizaram emoções neutras em seus delineamentos (Droit-Volet & Berthon, 2017¹⁷; Droit-Volet & Gil, 2015¹; Gros et al., 2015⁴).

Medidas psicofisiológicas e de registro da atividade cerebral

Cinco artigos realizaram medidas psicofisiológicas, sendo a maioria (quatro) de condutância da pele (Fayolle et al., 2015³; Gros et al., 2015⁴; Lake, Meck et al., 2016¹⁵; Viau-Quesnel et al., 2019³¹) e um artigo que utilizou o período de pré-ejeção e a variabilidade de alta frequência cardíaca como índice de atividade simpática e de atividade parassimpática, respectivamente (Ogden et al., 2019²⁶). Em relação ao registro de atividade cerebral, encontrou-se a mesma quantidade de artigos (três) que utilizaram técnicas de imageamento (Ballotta et al., 2018¹⁹; Kale, Üstün, & Çiçek, 2019²⁵; Pfeuty, Dilharreguy, Gerlier, & Allard, 2015⁹) e de registro de atividade elétrica (Lehockey, Winters, Nicoletta, Zurlinden, & Everhart, 2018²²; Pfeuty et al., 2019²⁷; Vallet, Laflamme, & Grondin, 2019²⁹). Nestes foram utilizados a ressonância magnética funcional (fMRI) e a eletroencefalografia com potenciais de eventos relacionados, respectivamente. Além disso, um artigo (Colonnello, Domes, & Heinrichs, 2016¹²) não realizou a medida do hormônio oxitocina, entretanto os participantes o inalaram antes de realizarem a tarefa experimental.

Resultados principais e os modelos teóricos de percepção de tempo

Mais da metade dos artigos (16) obteve como resultado principal a superestimação temporal, isto é, os participantes perceberam o tempo passando mais devagar, fenômeno também chamado na literatura de dilatação do tempo. Dentre estes, um único estudo encontrou este efeito de superestimação temporal com estímulos de valência positiva (Lehockey et al., 2018²²). Em contraste, os outros 15 artigos utilizaram estímulos de valência negativa. Foram analisados seis artigos que obtiveram tanto superestimação quanto subestimação como resultado principal. Essa distorção temporal em direções diferentes não é contraditória, dado que ela ocorreu em função de diferenças metodológicas nos seis artigos. Assim, a superestimação e a subestimação foram encontradas, por exemplo, em tarefas (Brand et al., 2016¹¹; Cui, Zhao, Chen, Zheng, & Fu, 2018²⁰; Johnson & MacKay, 2018²¹), intervalos (Millot et al., 2016¹⁶) e estímulos (Colonnello et al., 2016¹²; Gros et al., 2015⁴) diferentes.

Além disso, quatro artigos encontraram unicamente subestimação temporal, ou seja, o tempo foi percebido como passando mais rápido (contração do tempo). Nesses artigos foram utilizados somente estímulos com valência emocional negativa, sendo dois artigos com estimulação dolorosa (Ballotta et al., 2018¹⁹; Lake, Meck et al., 2016¹⁵). Por fim, cinco artigos não encontraram efeito das emoções sobre as distorções temporais, resultando em estimativas acuradas dos intervalos de tempo. Destes, dois artigos tiveram como principal objetivo investigar as áreas cerebrais envolvidas na percepção temporal (Kale et al., 2019²⁵; Pfeuty et al., 2019²⁷), com as tarefas de julgamento em segundo plano; e dois artigos tiveram tarefas retrospectivas em seus delineamentos (Droit-Volet, 2016¹⁴; van Elk & Rotteveel, 2019³⁰).

Em relação aos modelos teóricos utilizados para explicar os resultados, somente dois artigos não utilizam o MOA, modelo prevalente e mais conhecido, para interpretar seus achados. Os artigos em questão não tiveram como objetivo principal investigar os efeitos emocionais sobre a percepção de tempo, e sim sobre a tomada de decisão (Guan, Cheng, Fan, & Li, 2015⁵) e a assimetria/lateralidade (Voyer & Reuangrith, 2015¹⁰). Ademais, um número pequeno de artigos (três) questiona os postulados e as hipóteses derivadas do MOA, sendo que apenas um deles apresenta um modelo alternativo para explicar a relação emoção-tempo (Ogden et al., 2019²⁶).

Tabela 1.

O tipo de tarefa, a amplitude dos tempos estimados, a natureza dos estímulos e das emoções, e os principais resultados dos artigos analisados.

Autores (data)	Tarefa	Tempo	Estímulos	Emoção	Principais resultados
1. Droit-Volet & Gil (2015)	Bissecção	200-800ms/400-1.600ms (1); 600-2.400ms (2)	Visual (expressão corporal)	Alegria (1), Medo e Tristeza (1,2)	Superestimação – Medo
2. Droit-Volet et al. (2015)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (face)	Raiva e Neutro (1, 2); Nojo e Vergonha (2)	Superestimação – Raiva
3. Fayolle et al. (2015)	Bissecção (visual)	200-800ms/400-1.600ms/1.200-4.800ms/2.000-8.000ms	Tátil (choque elétrico)	Neutro e Negativo (não doloroso)	Superestimação – Negativo
4. Gros et al. (2015)	Bissecção (som)	400-1.600ms	Visual (vídeo) e Olfativo	Positivo e Negativo	Superestimação (odor e final vídeo) e Subestimação (início vídeo) – Positivo e Negativo
5. Guan et al. (2015)	Reprodução	1.000, 2.000 ou 4.000ms	Visual (IAPS)	Positivo, Negativo e Neutro	Superestimação – Negativo
6. Kliegl et al. (2015)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (face - 0°, 45° e 90°)	Neutro, Raiva e Tristeza	Superestimação – Raiva
7. Li & Yuen (2015)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (face dinâmica)	Tristeza e Neutra (1); Alegria e Raiva (1,2); Medo e Nojo (2)	Superestimação – Raiva
8. Ogden et al. (2015)	Estimativa verbal (visual)	242, 455, 767, 1.058 e 1.296ms	Tátil (térmico)	Neutro e Negativo (dor)	Superestimação – Dor e Antecipação da dor
9. Pfeuty et al. (2015)	Discriminação	1.200-1.800ms	Visual (IAPS)	Neutro e Negativo	Superestimação – Negativo
10. Voyer & Reuangrith (2015)	Bissecção	260-440ms (1); 260-480ms (2 a 4)	Auditivo	Raiva (1,2,4), Neutro (1,2,3) Alegria (3,4)	Subestimação – Raiva
11. Brand et al. (2016)	Retrospectiva	~ 300s (T1); 137s (T2); 202s (T3)	Olfativo	Positivo, Negativo e Neutro	Superestimação (T1 e T3) e Subestimação (T2) – Positivo e Negativo
12. Colonnello et al. (2016)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (face)	Alegria, Tristeza, Raiva, Nojo, Medo e Neutro	Superestimação (feminina) e Subestimação (masculina) – Alegria
13. Corke et al. (2016)	Discriminação	50, 100, 200, 400, 800 e 1.600ms	Visual (IAPS)	Positivo, Negativo e Neutro	Superestimação – Positivo e Negativo
14. Droit-Volet (2016)	Retrospectiva (auditivo)	200 a 800ms (curto) 400 a 1600ms (longo)	Visual (face)	Raiva e Neutro (1, 2); Tristeza (2)	Sem efeito
15. Lake, Meck et al. (2016)	Discriminação (auditivo)	200, 300, 400 (padrão), 500, 600ms	Tátil (choque elétrico)	Neutro e Negativo	Subestimação – Negativo

16. Millot et al. (2016)	Bissecção	208-592ms (1); 1520-2480ms (2)	Olfativo	Neutro e Negativo	Subestimação (1) e Superestimação (2) – Negativo
17. Droit-Volet & Berthon (2017)	Retrospectiva (auditivo)	200, 300, 400, 500, 600, 700 e 800ms	Visual (IAPS)	Negativo (nível de alerta alto, médio e baixo)	Superestimação – Negativo (alerta alto)
18. Zhang et al. (2017)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (palavra)	Positivo, Negativo e Neutro (1, 2); Nível de alerta alto e baixo (2)	Sem efeito (Superestimação – mulheres)
19. Ballotta et al. (2018)	Produção	3.000ms	Visual (face)	Neutro e Negativo (dor)	Subestimação – Dor
20. Cui et al. (2018)	Discriminação (1, 3, 4) Bissecção (2)	610 e 640ms (1); 400-1.600ms (2) 400 e 800ms (3,4)	Visual (IAPS)	Neutro, Positivo e Negativo (medo)	Subestimação (imprevisível) e Superestimação (previsível) – Negativo
21. Johnson & MacKay (2018)	Bissecção (1) Retrospectiva (2)	400-1600ms (1); 1.000ms (2)	Visual (palavra)	Neutro e Negativo (tabu)	Subestimação (1) Superestimação (2) – Negativo
22. Lehockey et al. (2018)	Discriminação	280, 490, 700 (padrão), 910 e 1.120ms	Visual (IAPS)	Neutro, Positivo e Negativo	Superestimação – Positivo (personalidade “positiva”)
23. Özgör et al. (2018)	Retrospectiva e Estimativa verbal	4000 e 8.000ms	Visual (vídeo)	Neutro, Positivo e Negativo	Superestimação – Positivo e Negativo
24. Grommet et al. (2019)	Bissecção temporal	250-1.000ms e 400-1.600ms (1); 550- 2.200ms (1,2)	Visual (IAPS)	Neutro e Negativo (medo)	Superestimação – Negativo
25. Kale et al. (2019)	Discriminação	500ms (padrão)	Visual (face)	Neutro e Negativo (medo)	Sem efeito
26. Ogden et al. (2019)	Estimativa verbal	200, 300, 400, 500, 600, 700, e 800ms	Visual (IAPS)	Positivo e Negativo (alerta alto e baixo) e Neutro	Superestimação – Negativo
27. Pfeuty et al. (2019)	Reprodução	3.000, 5.000 e 7.000ms	Visual (IAPS)	Neutro e Negativo	Sem efeito
28. Tipples (2019)	Bissecção	400-1.600ms	Visual (IAPS)	Neutro e Negativo	Superestimação – Negativo
29. Vallet et al. (2019)	Discriminação	1.250, 1.600, 2.000 (padrão), 2.500, 3.125ms	Visual (IAPS)	Neutro, Positivo e Negativo	Superestimação – Negativo
30. van Elk & Rotteveel (2019)	Bissecção (tátil - 1,2) Retrospectiva (2)	300-750ms (1, 2); 20-30s (2)	Visual (vídeo)	Neutro, Positivo e Admiração	Sem efeito
31. Viau-Quesnel et al. (2019)	Produção (auditiva)	2.500ms (1,2) e 5.000ms (2)	Visual (palavra)	Neutro e Negativo	Subestimação – Negativo

Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

Nota. Os números entre parênteses referem-se ao número do experimento do estudo em questão, no caso dos estudos que têm mais de um experimento e que apresentam características e/ou resultados diferentes.

Discussão⁶

A emoção afeta a percepção de tempo. Não há dúvidas sobre essa afirmação e as evidências advêm tanto de experiências cotidianas, o tempo “voa” quando estamos nos divertindo ou muito concentrados em alguma atividade, quanto de inúmeros dados experimentais (para uma revisão, ver Matthews & Meck, 2016). No entanto, como se dá esse efeito da emoção sobre a experiência subjetiva do tempo ainda não é totalmente elucidado. Dessa maneira, o presente artigo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura para compreender os mecanismos subjacentes à interação emoção-tempo. Foram analisados 31 artigos publicados nos últimos cinco anos, integrando as informações referentes às tarefas, aos intervalos de tempo, aos estímulos e seus conteúdos emocionais, às medidas psicofisiológicas e de registro de atividade cerebral, bem como aos resultados e às suas explicações a partir dos modelos teóricos existentes.

Um primeiro aspecto a ser destacado é a grande prevalência das tarefas prospectivas, principalmente a de bissecção temporal, em comparação com as tarefas retrospectivas. Essa prevalência já foi apontada em uma revisão (Block & Zakay, 1997) e um dos motivos é a dificuldade de planejar e de conduzir estudos com tarefas retrospectivas. Nestas, o participante não tem informação de que fará estimativas temporais, o que resulta em um problema prático que não pode ser negligenciado: é possível obter apenas uma estimativa para cada estímulo por participante, reduzindo o número de tentativas válidas para análise, conforme indicado por Johnson e MacKay (2018)* e Özgör et al. (2018)*. Uma alternativa para evitar essa limitação é a utilização de variáveis dependentes não relacionadas ao julgamento temporal *per se*, por exemplo, o tempo de reação (ver Droit-Volet, 2016* e Droit-Volet & Berthon, 2017*). Essas dificuldades prejudicam a comparação direta entre as tarefas. Por essa razão, é difícil verificar se as estimativas temporais são moduladas principalmente por processos mnemônicos e atentos nas tarefas retrospectivas e prospectivas, respectivamente, conforme Block e Zakay (1997). Por exemplo, de maneira contrária às premissas do MOA, Droit-Volet (2016)* encontrou que as tarefas retrospectivas mobilizam mecanismos automáticos, pois recrutam menos recursos cognitivos em comparação com as tarefas prospectivas.

⁶ A citação dos artigos analisados na revisão sistemática é apresentada nesta seção com um asterisco (*) para facilitar sua identificação.

Ademais, seria esperado que a atenção tivesse uma influência menor nas estimativas temporais em tarefas retrospectivas, porém Brand et al. (2016)* mostraram que a atenção está igualmente envolvida nas distorções temporais observadas em ambas as tarefas. Outros resultados contraditórios tentam ser acomodados dentro das premissas do MOA com explicações metodológicas questionáveis, como Johnson e MacKay (2018)* que justificam seus resultados contrários ao MOA com o tipo de estímulo utilizado. Segundo os autores, palavras escritas seriam o único tipo de estímulo, em função de sua maior complexidade, que causaria subestimação temporal para emoção de valência negativa e alto nível de alerta.

A dificuldade do MOA para explicar a diversidade dos achados não se limita aos aspectos relacionados às tarefas, revelando os desafios de sua manutenção como principal modelo explicativo da percepção de tempo. Nesse sentido, outra fonte de inconsistência nos estudos é a escala temporal. É comum que as tarefas retrospectivas envolvam estimativas temporais de poucos segundos até alguns minutos, cujos resultados não mostraram distorções temporais (van Elk & Rotteveel, 2019*) ou que estas foram independentes da valência emocional (Özgör et al., 2018*). Na escala dos milissegundos, os resultados nas tarefas retrospectivas também não são apenas convergentes. Droit-Volet (2016)* não encontrou efeitos da emoção sobre a percepção de tempo; no entanto, em outro estudo, a mesma autora observou superestimação temporal para estímulos negativos com alto nível de alerta (Droit-Volet & Berhon, 2017*).

A análise dos artigos selecionados para esta revisão mostrou que, com exceção de dois, todos utilizam o MOA para interpretar seus resultados, mesmo que os dados não sejam convergentes. Utilizou-se a tarefa retrospectiva para ilustrar isso, mas o cenário não é diferente para os resultados obtidos com tarefas prospectivas. Dentre estas, a mais utilizada é a de bissecção temporal. Embora Fallow e Voyer (2013) indiquem que há uma grande consistência nos resultados com essa tarefa, há um corpo crescente de evidências que contradiz tal afirmação. Smith et al. (2011) encontraram que as distorções temporais eram dependentes do intervalo estimado e da valência dos estímulos: acima de um segundo (superestimação – negativa e subestimação – positiva) e abaixo de um segundo (subestimação – negativa e sem distorção – positiva). Tais resultados não são consistentes com as explicações previstas no MOA, baseadas na atenção e no nível de

alerta previstas. Outros estudos encontraram resultados semelhantes (Millot et al., 2016*; Voyer & Reuangrith, 2015*), no entanto, os autores concluem que o modelo segue válido, pois é possível explicar a subestimação de estímulos negativos com a alocação da atenção para outros aspectos da experiência.

Frente ao exposto, uma questão teórico-metodológica importante acerca do MOA é a separação entre os efeitos do nível de alerta e da atenção. A tarefa de bissecção temporal é utilizada como exemplo da possibilidade dessa separação, o que justifica sua escolha na maioria dos estudos da literatura. Todavia essa distinção entre o nível de alerta e a atenção é controversa, pois alguns autores consideram esses processos distintos, mas com efeitos interligados (Vallet et al., 2019*) e com vias neurais compartilhadas (Coull, 1998). Por exemplo, a superestimação temporal de estímulos com valência negativa pode ser explicada pelo aumento tanto da atenção quanto do nível de alerta, o que dificulta a separação exata de seus papéis na percepção de tempo (Millot et al., 2016*). Além disso, não é possível excluir a possibilidade de que os participantes estejam utilizando referências mnemônicas de conteúdo emocional semelhante ao apresentado (Grommet et al., 2019*). Surpreende ainda que somente três artigos manipularam diretamente o nível de alerta, dada sua importância teórica. Dessa maneira, pode-se inclusive questionar se o MOA fornece hipóteses empiricamente testáveis e, mais importante, falseáveis. No presente estudo, tornou-se evidente que os artigos analisados corroboram parcial ou totalmente o modelo principal, independentemente de seus resultados.

O problema descrito acima é apontado por alguns artigos analisados na presente revisão. Fayolle et al. (2015)* afirmam que a indução experimental das emoções tem uma duração muito curta, o que torna muito difícil a verificação das predições do MOA. Pfeuty et al. (2015)* indicam que a relação emoção-tempo ainda não é compreendida no nível comportamental e que, no nível neural, por exemplo, não há clareza de como é produzido o aumento de pulsos no oscilador. Argumento semelhante é apresentado por Vallet et al. (2019)*, que destacam a necessidade de mais investigações sobre o papel do nível de alerta sobre a percepção de tempo e que a interação deste com a atenção é um grande desafio para os estudos eletrofisiológicos. Torna-se evidente que as pesquisas futuras devem direcionar seus esforços na compreensão de “como” o tempo é representado no cérebro, pois há evidências convergentes sobre “onde” esses processos ocorrem. Os

resultados aqui descritos mostram a importância da rede frontoparietal, incluindo a ínsula e o giro do cíngulo, e sua conectividade com a área motora suplementar (Ballotta et al., 2018*; Kale et al., 2019*; Pfeuty et al., 2019*), corroborando estudos anteriores (ver Wittmann, 2013).

Para superar as dificuldades descritas, um caminho interessante é apontado por Ogden et al. (2019)*. Neste estudo, foi investigada a relação entre a percepção temporal e o nível de alerta fisiológico (sistema nervoso simpático, SNS e parassimpático, SNPS) com a manipulação da valência e do nível de alerta dos estímulos. Os resultados revelaram que atividade do SNS foi um bom preditor das distorções temporais para estímulos com valência negativa e nível de alerta alto, o que corrobora inúmeros estudos anteriores e não apresenta novidade à literatura. Os autores, no entanto, não observaram atividade do SNS e tampouco do SNPS associada aos estímulos negativos (nível de alerta baixo) e positivos (nível de alerta alto e baixo). De acordo com a MOA, qualquer aumento no nível de alerta deveria resultar em superestimação do tempo, independente da valência. Esses achados corroboram um novo modelo proposto por Piovesan, Mirams, Poole Moore e Ogden (2019). Neste, o nível de alerta (*bottom-up*) afeta as estimativas de tempo em situações de alta relevância biológica (principalmente, de ameaça) e é modulado por uma avaliação cognitiva (*top-down*) dessas situações.

Como já exposto, nos últimos anos aumentaram os estudos que questionam e mostram as fragilidades da MOA e de outros modelos teóricos (por exemplo, *Striatal Beat Frequency Model* – SBF, Homeostático de Craig e *Dual Klepsydra Model*), nos quais o nível de alerta é o principal fator explicativo para as distorções temporais causadas pela emoção. Em uma revisão muito ampla, Matthews e Meck (2016) fazem críticas semelhantes e indicam a necessidade de novos modelos formais de percepção do tempo. Eles apresentam o “princípio do processamento”, que não é um modelo e, por isso, não permite a formulação de previsões, mas que permite organizar os achados da literatura e orientar pesquisas futuras.

O modelo *bottom-up/top-down* foi proposto neste contexto e, a princípio, tem se mostrado relevante por integrar os resultados de estudos que já indicavam a importância da adaptação evolutiva e da tomada de decisões sobre a percepção de tempo (Colonnello et al., 2016*; Grommet, et al., 2019*; Lake, Meck et al.,

2016*; van Hedger, Necka, Barakzai, & Norman, 2017), mas que não sistematizaram essa influência teoricamente. O modelo descrito também explica resultados antes considerados contraditórios sob a óptica do MOA, como por exemplo, aqueles que utilizam palavras para realizar a indução emocional. Na literatura, os achados desses estudos são muito inconsistentes, observando-se tanto distorções temporais (superestimação e subestimação) quanto a ausência destas, o que foi corroborado pela análise dos artigos da revisão (Johnson & MacKay, 2018*; Viau-Quesnel et al., 2019*; Zhang et al., 2017*). Dessa maneira, esses resultados podem ser revisitados a partir do modelo *bottom-up/top-down* e, talvez, as contradições sejam eliminadas, dado que o estímulo em questão (palavras) requer necessariamente processamento *top-down*.

Ademais, a capacidade explicativa desse modelo é ilustrada com um dos artigos analisados na presente revisão. Cui et al. (2018)* observaram subestimação e superestimação temporal para situações previsíveis e imprevisíveis, respectivamente, com estímulos negativos com alto nível de alerta (choque elétrico). Os autores discutiram seus achados a partir do MOA (fechamento do portão pela atenção e aumento do número de pulsos no oscilador), mas reconheceram a impossibilidade de explicá-los apenas com esse modelo. No modelo *bottom-up/top-down*, a relevância biológica dos estímulos (potencial lesão nos tecidos) resultou em um maior nível de alerta fisiológico para as duas situações, previsível e imprevisível. No entanto, a previsibilidade é um exemplo dos processos *top-down* modulando o nível de alerta, resultando em distorção temporal oposta (subestimação) à observada sob menor influência da avaliação cognitiva na situação de imprevisibilidade (superestimação).

Por fim, cabe destacar que o modelo *bottom-up/top-down* tem plausibilidade neural, pois uma medida obtida com EEG, a variação negativa contingente é associada à percepção de tempo (Vallet et al., 2019*) e também aos processos cognitivos superiores (*top-down*), como a tomada de decisão (van Rijn et al., 2011). Não há dúvidas de que é precipitado adotá-lo como principal modelo explicativo, uma vez que foi proposto muito recentemente e, por isso, as hipóteses derivadas dele ainda não foram extensamente testadas e tampouco há informações sobre a precisão de suas previsões. Assim, pesquisas futuras devem verificar sua adequação no nível comportamental e neural para tarefas prospectivas e retrospectivas, porém é um caminho interessante e promissor para a compreensão de como a emoção afeta a percepção de tempo.

Os resultados obtidos mostraram a prevalência da tarefa de bissecção temporal, com faces e cenas visuais (IAPS) para induzir emoções negativas. Além disso, a modulação da percepção do tempo pela emoção permanece tendo como seu principal modelo teórico o MOA e sua influência através dos mecanismos de alerta e de atenção. Por outro lado, nos últimos anos também se verificou o aumento das críticas ao MOA e o surgimento de propostas alternativas (princípio do processamento e modelo *bottom-up/top-down*), que necessitam ser melhor investigadas no futuro próximo. Nesta direção, é preciso compreender melhor a influência do sexo (Zhang et al., 2017*) e da idade (Gros et al., 2015*), bem como de estímulos socialmente relevantes (Kliegl, Limbrecht-Ecklundt, Dürr, Traue, & Huckauf, 2015*), sobre a percepção de tempo sob influência emocional. Outra perspectiva que merece atenção nos próximos anos é a modelagem Bayesiana, que se mostrou muito eficiente para o cálculo de estimativas temporais mais acuradas (Tipples, 2019*).

A presente revisão sistemática contribuiu ao apresentar o estado da arte dos estudos sobre a díade tempo-emoção, comparando e discutindo as tarefas experimentais, os estímulos e seus conteúdos emocionais, e os principais resultados de estudos empíricos publicados nos últimos cinco anos. Esse é um campo bastante profícuo e uma revisão sistemática é fundamental para organizar o grande volume de achados experimentais, principalmente para os pesquisadores brasileiros já interessados no tema e também para os que começam a se interessar, pois a quase totalidade dos estudos é publicada em língua inglesa. Por fim, compreender como a emoção afeta a percepção de tempo não é assunto trivial, na medida em que estes processos estão envolvidos em comportamentos complexos que repercutem sobre o bem-estar e a saúde do indivíduo.

Referências⁷

- *Ballotta, D., Lui, F., Porro, C. A., Nichelli, P. F., & Benuzzi, F. (2018). Modulation of neural circuits underlying temporal production by facial expressions of pain. *PLoS ONE*, *13*(2), e0193100. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193100>
- Benau, E. M., & Atchley, R. A. (2020). Time flies faster when you're feeling blue: sad mood induction accelerates the perception of time in a temporal judgment task. *Cognitive Processing*. <https://doi.org/10.1007/s10339-020-00966-8>
- Block, R. A., & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, *4*(2), 184-197. <https://doi.org/10.3758/bf03209393>
- *Brand, G., Thiabaud, F., & Dray, N. (2016). Influence of ambient odors on time perception in a retrospective paradigm. *Perceptual and Motor Skills*, *122*(3), 799-811. <https://doi.org/10.1177/0031512516647716>
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*, 755-765. <https://doi.org/10.1038/nrn1764>
- *Colonnello, V., Domes, G., & Heinrichs, M. (2016). As time goes by: Oxytocin influences the subjective perception of time in a social context. *Psychoneuroendocrinology*, *68*, 69-73. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.02.015>
- *Corke, M., Bell, J., Goodhew, S. C., Smithson, M., & Edwards, M. (2016). Perceived time slows during fleeting fun or fear. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *71*(2), 562-567. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1264000>
- Coull, J. T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in Neurobiology*, *55*(4), 343-61. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(98\)00011-2](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(98)00011-2)
- Coull, J. T., Cheng, R. K., & Meck, W. H. (2011). Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology*, *36*(1), 3-25. <https://doi.org/10.1038/npp.2010.113>

⁷ A referência dos 31 artigos analisados na revisão sistemática estão acompanhados de um asterisco (*) para melhor localizá-los.

- Crisci, C., Caccavale, M., & Trojano, L. (2016). Aging and the subjective experience of time. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(2), 327-332. <https://doi.org/10.1007/s40520-015-0403-7>
- *Cui, Q., Zhao, K., Chen, Y.-H., Zheng, W., & Fu, X. (2018). Opposing subjective temporal experiences in response to unpredictable and predictable fear-relevant stimuli. *Frontiers in Psychology*, 9, 360. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00360>
- *Droit-Volet, S. (2016). Emotion and implicit timing. *PLoS ONE*, 11(7), e0158474. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158474>
- *Droit-Volet, S., & Berthon, M. (2017). Emotion and implicit timing: the arousal effect. *Frontiers in Psychology*, 8, 176. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00176>
- *Droit-Volet, S., & Gil, S. (2015). The emotional body and time perception. *Cognition and Emotion*, 30(4), 687-699. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1023180>
- *Droit-Volet, S., Lamotte, M., & Izaute, M. (2015). The conscious awareness of time distortions regulates the effect of emotion on the perception of time. *Consciousness and Cognition*, 38, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.02.021>
- Fallow, K. M., & Voyer, D. (2013). Degree of handedness, emotion, and the perceived duration of auditory stimuli. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(6), 671-692. <https://doi.org/10.1080/1357650x.2012.742533>
- *Fayolle, S., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2015). Fear and time: Fear speeds up the internal clock. *Behavioural Processes*, 120, 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.09.014>
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423, 52-77. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb23417.x>
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2011). "Time flies in the presence of angry faces" depending on the temporal task used! *Acta Psychologica*, 136(3), 354-362. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.12.010>
- *Grommet, E. K., Hemmes, N. S., & Brown, B. L. (2019). The role of clock and memory processes in the timing of fear cues by humans in the temporal bisection task. *Behavioural Processes*, 164, 217-229.

<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.05.016>

- *Gros, A., Giroud, M., Bejot, Y., Rouaud, O., Guillemin, S., Aboa Eboulé, C., . . . Lemesle, M. (2015). A time estimation task as a possible measure of emotions: difference depending on the nature of the stimulus used. *Frontiers in Behaviour and Neuroscience*, 9, 143. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00143>
- *Guan, S., Cheng, L., Fan, Y., & Li, X. (2015). Myopic decisions under negative emotions correlate with altered time perception. *Frontiers in Psychology*, 6, 468. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00468>
- *Johnson, L. W., & MacKay, D. G. (2018). Relations between emotion, memory encoding, and time perception. *Cognition and Emotion*, 33(2), 185-196. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1435506>
- *Kale, E. H., Üstün, S., & Çiçek, M. (2019). Amygdala-prefrontal cortex connectivity increased during face discrimination but not time perception. *European Journal of Neuroscience*, 50(11), 3873-3888. <https://doi.org/10.1111/ejn.14537>
- *Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96(3), 118-121. <https://doi.org/10.1258/jrsm.96.3.118>
- *Kliegl, K. M., Limbrecht-Ecklundt, K., Dürr, L., Traue, H. C., & Huckauf, A. (2015). The complex duration perception of emotional faces: effects of face direction. *Frontiers in Psychology*, 6, 262. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00262>
- Kopec, C. D., & Brody, C. D. (2010). Human performance on the temporal bisection task. *Brain and Cognition*, 74(3), 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.08.006>
- Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2016). Emotional modulation of interval timing and time perception. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 403-420. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.003>
- *Lake, J. I., Meck, W. H., & LaBar, K. S. (2016). Discriminative fear learners are resilient to temporal distortions during threat anticipation. *Timing & Time Perception*, 4(1), 63-78. <https://doi.org/10.1163/22134468-00002063>

- *Lehockey, K. A., Winters, A. R., Nicoletta, A. J., Zurlinden, T. E., & Everhart, D. E. (2018). The effects of emotional states and traits on time perception. *Brain Informatics*, 5(2), 9. <https://doi.org/10.1186/s40708-018-0087-9>
- *Li, W. O., & Yuen, K. S. L. (2015). The perception of time while perceiving dynamic emotional faces. *Frontiers in Psychology*, 6, 1248. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01248>
- Macar, F., & Vidal, F. (2009). Timing processes: An outline of behavioural and neural indices not systematically considered in timing models. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 63(3), 227-239. <https://doi.org/10.1037/a0014457>
- Matthews, W. J., & Meck, W. H. (2016). Temporal cognition: Connecting subjective time to perception, attention, and memory. *Psychological Bulletin*, 142(8), 865-907. <https://doi.org/10.1037/bul0000045>
- *Millot, J.-L., Laurent, L., & Casini, L. (2016). The influence of odors on time perception. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00181>
- *Ogden, R. S., Henderson, J., McGlone, F., & Richter, M. (2019). Time distortion under threat: Sympathetic arousal predicts time distortion only in the context of negative, highly arousing stimuli. *PLoS ONE* 14(5), e0216704. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216704>
- *Ogden, R. S., Moore, D., Redfern, L., & McGlone, F. (2015). The effect of pain and the anticipation of pain on temporal perception: A role for attention and arousal. *Cognition and Emotion*, 29(5), 910-922. <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.954529>
- *Özgör, C., Şenyer Özgör, S., Duru, A. D., & Işoğlu-Alkaç, Ü. (2018). How visual stimulus effects the time perception? The evidence from time perception of emotional videos. *Cognitive Neurodynamics*, 12(4), 357-363. <https://doi.org/10.1007/s11571-018-9480-6>
- *Pfeuty, M., Dilharreguy, B., Gerlier, L., & Allard, M. (2015). fMRI identifies the right inferior frontal cortex as the brain region where time interval processing is altered by negative emotional arousal. *Human Brain Mapping*, 36(3), 981-995. <https://doi.org/10.1002/hbm.22680>
- *Pfeuty, M., Monfort, V., Klein, M., Krieg, J., Collé, S., Colnat-Coulbois, S., . . . Maillard, L. (2019). Role of

- the supplementary motor area during reproduction of supra-second time intervals: An intracerebral EEG study. *Neuroimage*, *1*(191), 403-420. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.047>
- Piovesan, A., Mirams, L., Poole, H., Moore, D., & Ogden, R. (2019). The relationship between pain-induced autonomic arousal and perceived duration. *Emotion*, *19*(7), 1148-1161. <https://doi.org/10.1037/emo0000512>
- Smith, S. D., McIver, T. A., Di Nella, M. S., & Crease, M. L. (2011). The effects of valence and arousal on the emotional modulation of time perception: Evidence for multiple stages of processing. *Emotion*, *11*(6), 1305-1313. <https://doi.org/10.1037/a0026145>
- *Tipples, J. (2019). Increased temporal sensitivity for threat: A Bayesian generalized linear mixed modeling approach. *Attention, Perception & Psychophysics*, *81*, 707-715. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-01637-9>
- *Vallet, W. M., Laflamme, V., & Grondin, S. (2019). An EEG investigation of the mechanisms involved in the perception of time when expecting emotional stimuli. *Biological Psychology*, *148*, 107777. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107777>
- *van Elk, M., & Rotteveel, M. (2019). Experimentally induced awe does not affect implicit and explicit time perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *82*, 926-937. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01924-z>
- van Hedger, K., Necka, E. A., Barakzai, A. K., & Norman, G. J. (2017). The influence of social stress on time perception and psychophysiological reactivity. *Psychophysiology*, *54*(5), 706-712. <https://doi.org/10.1111/psyp.12836>
- van Rijn, H., Kononowicz, T. W., Meck, W. H., Ng, K. K., & Penney, T. B. (2011). Contingent negative variation and its relation to time estimation: A theoretical evaluation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *5*, 91. doi: 10.3389/fnint.2011.00091
- *Viau-Quesnel, C., Savary, M., & Blanchette, I. (2019). Reasoning and concurrent timing: a study of the mechanisms underlying the effect of emotion on reasoning. *Cognition and Emotion*, *33*(5), 1020-1030.

<https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1535427>

- *Voyer, D., & Reuangrith, E. (2015). Perceptual asymmetries in a time estimation task with emotional sounds. *Brain and Cognition*, 20(2), 211-231. <https://doi.org/10.1080/1357650x.2014.953956>
- Wearden, J. (2016). *The psychology of time perception*. London, UK: Palgrave Macmillan.
- Wittmann, M. (2013). The inner sense of time: how the brain creates a representation of duration. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(3), 217-223. <https://doi.org/10.1038/nrn3452>
- Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6, 12-16. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512604>
- *Zhang, M., Zhang, L., Yu, Y., Liu, T., & Luo, W. (2017). Women overestimate temporal duration: evidence from chinese emotional words. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00004>