Research article / *Artículo de investigación*

Culture and Education: Cultura y Educación
1–26

DOI: 10.1177/11356405261420103
journals.sagepub.com/home/cye

L.S. Vygotsky's understanding of reflection and a study of its influence on the electrophysiological activity of the brain / *El concepto vygotskiano de la reflexión y un estudio de su influencia en la actividad electrofisiológica del cerebro*

Irina Polikanova[1,2] and Sizikova Tatyana Eduardovna[3]

Abstract

This study aims to examine the impact of reflection on the central nervous system. Our hypothesis included two assumptions: first, that specific brain oscillatory activity occurs after reflection; second, that this activity is age dependent. The novelty of the study lies in registering wave activity before and after acts of reflection, as well as in confirming the age boundary of qualitative changes in reflection by psychophysiological indicators. The results showed the strongest effect of reflection on the central nervous system in subjects over the age of 22. This condition is characterized by a decrease in power in the lower band of the theta rhythm (4–5.5 Hz) and an increase in power in the upper band of the theta rhythm (7–8 Hz), as well as an increase in power in the lower band of the alpha rhythm (8–9.5 Hz) and beta rhythm (14–20 Hz). In contrast, younger participants (18–21 years) primarily show an increase in lower alpha rhythm power (8–9.5 Hz), which is associated with outward-directed intellectual activity, particularly attention processes.

Keywords

reflection; unit of analysis; EEG activity; Vygotsky; Imaginal Reflexive Resource Methodology

[1]FSBSI Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes
[2]HSE University, Faculty of Biology and Biotechnology
[3]Novosibirsk State Pedagogical University, Department of Correctional Psychology and Pedagogy, Institute of Childhood

Spanish translation / *Traducción al español*: Mercè Rius Riu

Corresponding author / *Autor/a para correspondencia*:
Irina Polikanova, FSC PIR, Federal Scientific Centre for Psychological and Interdisciplinary Research, Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes. 125009 г. Москва, ул. Моховая, д. 9, строение 4 Москва, Moscow, 125009. Russian Federation.
Email: irinapolikanova@mail.ru

Resumen
El objetivo de este estudio es analizar el impacto de la reflexión en el sistema nervioso central. Nuestra hipótesis incluye dos supuestos: primero, que tras la reflexión se da una actividad cerebral oscilatoria específica y segundo, que esta actividad varía en función de la edad. La novedad de este estudio reside en el registro de la actividad de las ondas antes y después de la reflexión, así como en la confirmación de los límites etarios de los cambios cualitativos en la reflexión determinados por indicadores psicofisiológicos. Los resultados revelan un efecto mayor de la reflexión en el sistema nervioso central en los participantes mayores de 22 años. Esta condición se caracteriza por una disminución de potencia en la banda inferior del ritmo theta (4–5.5 Hz) y un incremento de potencia en la banda inferior del ritmo alfa (8–9.5 Hz) y beta (14–20 Hz). Por el contrario, los participantes más jóvenes (entre 18 y 21 años) mostraron mayoritariamente un incremento de potencia en la banda inferior del ritmo alfa (8–9.5 Hz), que se relaciona con la actividad intelectual dirigida hacia el exterior, especialmente los procesos de atención.

Palabras clave
reflexión; unidad de análisis; actividad EEG; Vygotski; metodología basada en recursos reflexivos imaginarios

Received 8 November 2024; Accepted 6 October 2025.

Reflection is the turning of all mental functions and personality upon oneself. Reflection under conditions of digitalization is necessary for the development of a cultural personality. Internet technologies are aimed at constructing a new reality, and it is in this reality that conditions are created in which the development of reflection is relevant, primarily personal, philosophical, existential, which determine the cultural development of personality (Leonov et al., 2021; Suroedova et al., 2023).

The emphasis on the development of reflection has led to interest in determining its impact on the state of the central nervous system. The hypothesis of this study consisted of two assumptions: the first was that there is a specific oscillatory activity of the brain after completion of the reflection process; the second was that this is age dependent. As the stimulus we used the projective technique 'Imaginal Reflexive Resource Methodology' (IRRM) developed by the authors.

The scope of 'reflection', defined in the works of the founder of cultural-historical psychology, allows us to correlate with it the scope of the concept of 'self-reference' used in modern psychophysiological research. Thus, we can determine cross-cultural intersections in studies of electrophysiological brain activity during and after the reflexive act.

A related result of this study was the determination of the age limit of qualitative changes in the influence of reflection on the brain rhythms.

Our results contribute to the scientific discussion of psychophysical issues.

The essence of reflection and its psychological characteristics

The use of the term 'reflection' is extremely rare in Vygotsky's works. However, he did pay attention to and recognized the existence of reflection in the psyche; furthermore, he did find reflection and its function in the development of mental processes and personality.

For example, analysing the views of Spranger, Vygotsky (1984) outlined what can be attributed to the development of reflection. Vygotsky (1984) supports Buzeman's position that self-awareness is not something initial, that it is a secondary formation formed in interaction with

the social environment, and criticizes him for trying to form a biosocial view of reflection.

Vygotsky (1999) supported that the function of reflection is to enable a person to be 'sensitive to contradiction, to be able not to rankle but logically synthesize judgements, to possess the ability of deduction' (p. 206).

The confirmation of the close connection between logical thinking and reflection led Vygotsky to conclude that initially, the development of reflection drives the development of logical thinking, and then the development of logical thinking drives the development of reflection. A turning point in this change in the relationship between reflection and thinking occurs during adolescence.

Without losing its essence, we can briefly formulate the definition of reflection, which was given by Vygotsky when analysing of the ideas of Buseman and Piaget. According to Vygotsky, reflection is a reflection of mental and personal processes in consciousness or self-consciousness as a transfer of social consciousness into individual consciousness. This understanding introduced many questions into the idea of reflection, as evidenced by its subsequent almost century-long study.

Modern experimental studies have a more detailed understanding of reflection and have built new connections between reflection and social situations; in particular, they have more thoroughly defined the role of the 'Other' in the perception and construction of a person's image of himself; they have defined in reflection the attribution of certain character traits to a person:

(a) attributing some properties to one's personality (Belasheva & Ermakov, 2023);
(b) discussing oneself when interacting with others (Naaman et al., 2010);
(c) projecting one's personal beliefs, character traits and experiences onto others in the attribution process (Tamir & Mitchell, 2013);
(d) a greater likelihood of remembering information if it has personal meaning (Symons & Johnson, 1997).
(e) analysing the nature and structure of self-concepts (McConnell, 2011)
(f) an individual's perception of self to create a self-concept (Crocker & Knight, 2005).

It should be noted that such studies did not delve into the analysis of the process of reflection nor its mechanisms; they supported the descriptive nature of psychological features, focusing on neuropsychological indicators. It was the study of neuropsychological indicators that aroused our interest and led to the setting-up of an experiment to determine the influence of reflection on the electrical activity of the brain.

Ontogenesis of reflection

The question of the ontogenesis of reflection proved to be a difficult one for scientific research.

Vygotsky (1984) considers reflection as a new formation in adolescence. This linking of reflection with logical thinking inevitably leads to the recognition of reflection in the adolescent and its denial in the child, 'the absence of arbitrariness and awareness of one's own operations is precisely the psychological equivalent of the absence of logical thinking' (Vygotsky, 1984, p. 96).

Justifying his conclusions, Vygotsky writes that 'the child begins to count long before he understands what counting is and meaningfully applies it. The child's speech contains such conjunctions as "because", "if only", "although", long before the awareness of causality, conventionality and opposition appears in his thinking' (Vygotsky, 1984, p. 90).

Taken out of the contexts of disputes with other psychologists of different psychological trends, these statements led to later studies of the age dynamics of reflection in non-classical psychology.

A significant contribution of Vygotsky (1984) to the problem of the development of reflection is the identification of the presence of the 'Other' as a necessary condition. In choosing their actions and thoughts, adolescents rely on this 'Other'. Moreover, the 'Other' emerges for the child from infancy, and Vygotsky carefully describes its role.

It should be assumed that the emergence of reflection begins alongside all other psychological functions in infancy.

Modern research experimentally confirms the shift in the boundaries of reflection manifestations from the age of three, as Vygotsky believed, when the child begins to treat himself as an 'Other' and sees himself in a mirror, from the age of 2-x months.

Special studies by Lisina (2009) have shown that after two and a half months, the child carries out initial cognitive activity. At first, it does not have a relatively constant structure and is expressed in a peculiar concentration of the child on the object, associated with disorderly movements (Smirnova, 2009).

Modern experiments related to the formation and recognition of the idea of the 'Other' have shown that the ability to recognize the falsity of other people's beliefs in children is already manifested at the age of 2.5. Children at this age recognize falsity in the representation of other people's actions. Consequently, these children are able to understand that other people's consciousness is different from theirs, and a person can act differently (T. G. Fomina et al., 2023; Vilenskaya et al., 2023).

Thus, studies of the ontogenesis of reflection have determined the lower boundary of the first manifestations of reflection at an average age of two weeks and they are more pronounced from two months of age. They confirmed that its development requires the development of perception, primarily visual, as well as memory, thinking, movement and the presence of the 'Other'.

The upper boundary, increased from adolescence, as it was defined by Vygotsky, to the completeness of adolescence. This is connected with the introduction of more different types of functions into the psychological boundaries of reflection:

- first, with the development of systematic thinking;
- secondly, with the quality of building interaction with the 'Other', not only recognizing but also coordinating the interests of the parties to mutual relations and actions;
- and thirdly, with the need for not only adaptation and self-regulation but also self-organization in changing conditions from greater certainty and stability to uncertain and dynamic, caused by the accelerated movement of information with the help of Internet technologies.

The definition of the lower and upper boundaries of the development of reflection does not negate Vygotsky's view of reflection as a new formation during adolescence.

In our research based on the 'Reflection Focus Questionnaire' (Sizikova, 2018), we demonstrated that regardless of the age period in which we observe various manifestations of reflection, its development reaches its cultural level in full only by the age of 22 (Sizikova & Durachenko, 2018a, 2018b). Unlike our studies, Karpov (2003) considers the age boundary for qualitative changes in the completeness of reflection development to be 18 years, while Leontiev and Osin (2014) set it at 23 years. These conclusions are based on psychological diagnostics using methods developed by these psychologists. We confirmed the psychological boundary at 22 years through the diagnosis of electrophysiological parameters in this study.

Electrophysiological study of reflection

Having determined the essence, conditions and age dynamics of reflection on the basis of Vygotsky's works and modern research, we formulated an assumption about the influence of reflection on the state of the central nervous system. In neuroscience, the term self-reference is most commonly used to denote reflection. This is an example of how in different sciences one can meet different terms and notions, which are correlated with each other by virtue of belonging to one meaning of the phenomenon; in the case of reflection, it is an inward reference to mental functions and personality. Self-reference is an inward reference to the personality, which corresponds to personal reflection.

Studies of reflection using EEG

There are at least two approaches to investigating EEG correlates of self-referential processing (Knyazev, 2013). The first approach is that, since it is possible to record EEG and fMRI simultaneously, it is possible to determine the degree of overlap between the two signals in brain regions associated with self-referential processing. A second, more direct approach is to study the EEG correlates of self-referential processing directly.

The distinction between self-referential and other-referential information is mainly associated with the P300 component of the evoked potential but is sometimes manifested earlier (Knyazev, 2013). In the frequency domain, different frequency oscillations have been shown to affect self-referential processing. Alpha and theta frequencies tend to be amplified, while beta and gamma frequencies tend to be suppressed during self-referential processing.

Cases from clinical practice are important for understanding various brain processes, in this case, self-reference. For example, T. Fomina et al. (2017) showed that, unlike healthy subjects, patients with amyotrophic lateral sclerosis (ALS) lack electrophysiological correlates of self-referential thinking, which they believe may indicate changes in self-awareness and self-perceptions.

Kraus et al. (2019) investigated the neural processes underlying creative ideas. Alpha EEG activity was measured using a task-related power paradigm while participants performed an alternative use task as well as a category fluency task. Their results showed that left-hemisphere alpha power increased compared to right-hemisphere alpha power in response to the sequential order effect in the alternative use task but not in the category fluency task.

A cross-cultural study by Knyazev et al. (2012) examined the neural correlates of the default mode network (DMN) using EEG data and statistical brain imaging using low-resolution brain electromagnetic tomography (LORETA). The authors showed that the occurrence of spontaneous self-referential thoughts was best predicted by increased alpha activity in the DMN. Decreased theta and delta activity in the superior frontal gyrus and increased beta activity in the postcentral gyrus complemented the prediction.

Mu and Han (2010) investigated whether irregular neural oscillations are involved in this self-reference effect during the memorization of self-related and non-self-related words. The authors recorded EEGs in healthy adults while thinking about words related to self and other familiar words. They found that words related to self-attitude caused synchronization of activity at 700–800 ms in the theta band and activity at 400–600 ms in the alpha band. In contrast, activity discordance was observed in the beta band at 700–800 ms and gamma band at 500–600 ms for words related to self-attitude. Theta and alpha band activity was associated with positive emotions, while beta and gamma band activity was associated with negative emotions. Moreover, frontal theta band activation was positively related to the self-referential effect in memorization.

Understanding brain processes is difficult to imagine without careful examination of data from different methodological approaches. Different techniques should complement each other, but in practice they may produce conflicting results. For example, fMRI and EEG display different aspects of brain activity, and there may be some discrepancies between hemodynamic and electrophysiologic signals.

The passive brain mode network (PBMN), or default mode network (DMN), was first introduced by Raichle (2015) and Raichle et al. (2001) based on evidence that there is a consistent pattern of deactivation of a network of brain regions that occurs during the onset of task-related activity (Raichle et al., 2001; Raichle & Snyder, 2007).

The DMN includes ventromedial prefrontal cortex, dorsomedial prefrontal cortex, lateral parietal cortex and posterior cingulate cortex along with adjacent parts of the precuneus. Often, the entorhinal cortex is also included in the DMN (Raichle, 2015). The more complex the task, the greater the deactivation (McKiernan et al., 2006; Singh & Fawcett, 2008). A notable exception to this general pattern of deactivation during goal-directed activity are tasks requiring

self-referential thinking and social cognition (Mitchell et al., 2006), suggesting that the DMN likely mediates active cognitive processes rather than being a passive brain mode network in which only inactivation is observed. Recent research suggests that these processes include first-person perspective taking (Greicius et al., 2003; Vogeley & Fink, 2003), task-independent thoughts (Binder et al., 1999; McKiernan et al., 2006), episodic memory (Greicius et al., 2003), social cognition and sense of agency processes (Decety & Sommerville, 2003), and the distinction between self and non-self thinking.

Rhythmic activity is a characteristic feature of the EEG. Five main frequency ranges are generally recognized: delta (.5–3.5 Hz), theta (4–7 Hz), alpha (8–12 Hz), beta (13–30 Hz) and gamma (> 30 Hz). However, there is a general lack of consistency among studies in maintaining a standard range of EEG bands. Studies sometimes distinguish narrower sub-bands as well. It has been suggested that oscillations may play a specific and very important role in the integration of brain functions (Başar, 2008; Cantero & Atienza, 2005; Fingelkurts & Fingelkurts, 2010).

Based on the considerations outlined, we formulated the purpose of the study, which was to search for the influence of personal reflection on the state of the central nervous system. A related study was the delineation of age boundaries confirmed by brain electro activity.

Personal reflection can be understood as a mental process that includes a person's attitude to himself, to others, to the surrounding world or to universal values in three temporal aspects: past, present and future. The hypothesis is that reflection has a certain effect on the electrical activity of the brain and it is more pronounced in adult subjects (over 22 years old) than in young subjects (under 22 years old).

Methods

Sample

A total of 141 participants took part in the study and 118 participants (mean age 22 ± 8 years) were included in the final analysis. All of them participated on a voluntary basis with previously signed consent, and with prior approval by the Ethical Committee of the Russian Psychological Society, in accordance with the Helsinki Declaration.

Table 1. Descriptive characteristics of the subject groups.

	Experimental group	Control group
'Young' group	*Group 1* 41 people (mean age 19 ± 1)	*Group 2* 31 people (mean age 20 ± 1)
'Adult' group	*Group 3* 22 people (mean age 32 ± 8)	*Group 4* 22 people (mean age 36 ± 7)

The sample was divided into experimental and control groups. At the same time, two different-age subgroups were identified in each group, which could be conventionally labelled 'young' (subjects' age ⩽ 22 years) and 'adult' (subjects' age ⩾ 22 years) subjects. All four subgroups were labelled with numbers (Table 1).

The experimental procedure took place during a standard university class and took 1.5 hours. During this time, the experimental group performed the Imaginal and Reflective Resource Methodology (IRRM). The control group performed academic assignments. At the beginning and at the end of the session, both groups were recorded with closed and open eyes.

Conditions for organizing the reflection process. The IRRM (Sizikova, 2018) was used as a stimulus material to study the influence of personal reflection on brain electrical activity. This technique is projective and relies on the actualization of two layers of consciousness — the reflexive layer and the imaginal layer, which includes archetypal images of the collective unconscious and a wide layer of cultural heritage, knowledge and representations of the main forces of world creation, primary elements and spiritual images. The methodology is performed in writing. Work with the method includes an associative method and a guided reflection method. Free association is structured in reflection, and logical connections

covering a wide range are built up. The subject relates the associations to his/her personality, relationships, life and future prospects. Three types of reflection are actualized: retrospective (directed to the past), introspective (directed to the present) and prospective (directed to the future), in which the examinee needs to identify his or her resources and ways of resolving the difficulty. The conditions are set for three intensities (orientations) of reflection: on the 'I', on the 'Other' and on the surrounding world.

Experimental group subjects are asked to consider cards with pictures in which the artist has depicted archetypes. Then a sequence of tasks is carried out: (1) lay out the cards on which the pictures of archetypes of specific content are painted: fire, water, air, world, tree, earth, mountain, smell; (2) determine their sequence in the range of like–dislike; (3) write associations for each card; (4) then structure all associations on the basis of the proposed criteria (fundamental — not fundamental, dynamic — not dynamic, realistic — fantasy, resource rich — not resource rich, neutral).

After associative-analytical work, which is subsequently the material for reflection, the subjects perform a personal reflection in writing, in which they link blocks of associations with personal life events. Then, on the basis of the number of associations to each archetype card, the perception of this archetype, and the distribution of associations by blocks, the test subject writes a story — a recommendation to an imaginary friend (i.e., to himself, as if alienated), in which he answers the question: 'What should I do in my life to make it more interesting and successful?' — i.e., he decentralizes and conducts self-analysis from the position of 'Other'. Having completed the first part of the work, the examinee proceeds to the second part. He/she needs to present his/her associations to other cards, on which the artist has depicted archetypes of philosophical, existential content: life, love, spark of creativity, light, flow. After that, these associations are connected with each other by logical links and related to the subject's life at the present time, and it is determined how they are manifested in the values and beliefs of the individual. Upon completion of the self-analysis work, the most resource-rich card from all the cards is chosen and the subject thinks for themselves about how this resource can be applied in their life. Thus, the logic of the methodology makes it possible to involve all the main aspects of personal reflection. The duration of the methodology is 1.5 hours.

EEG recording. The electroencephalogram (EEG) was recorded using the software and hardware complex 'BOSLAB — 14' (Novosibirsk) with monopolar electrode montage in the Pz lead. The ear electrode Pz site was chosen as the reference electrode because the characteristics of alpha activity in the parieto-occipital region are the most stable and reproducible in repeated measurements, as well as the least variable (Balioz & Krivoshchekov, 2012; Bazanova, 2011). EEG was recorded in the resting state with eyes closed (2 min) and in the eye-opening test (30 sec). To control eye movements, electromyogram (EMG) from the forehead muscles was recorded. Artifact-free EEG epochs were included in the analysis of the electroencephalographic data, which were subdivided into segments of 4 s duration and subjected to fast Fourier transform in the 3–20 Hz bandwidth using a Hahn window. The output data were analysed using a specialized program, Win EEG by Mitsar, St. Petersburg, compiled with the accepted standards of signal analysis and presented in the form of an EEG spectral power table with a step of 1 Hz.

To analyse electrophysiological characteristics, we used the values of total and relative power of the main EEG rhythms: theta rhythm (4–8 Hz), alpha rhythm (8–13 Hz), beta rhythm (13–20 Hz).

Data analysis. Comparative analysis was carried out using the Jamovi 2.4.1 program. The normality analysis showed that the sample distribution was normal, and therefore the parametric Student's test ($\alpha = .05$) was used to compare the experimental and control groups in terms of anxiety, reflection and electrophysiological indices within each subgroup. One-factor ANOVA analysis was used to compare electrophysiological indices between groups.

Results

EEG results

Statistical analysis of separate groups of subjects before and after the experiment revealed the following results.

In Group 1, significant differences between the beginning of the experiment and the end in electrophysiological parameters were revealed only for the relative power of the alpha rhythm in the band 8–9.5 Hz: 18.2 'before' vs. 21.9 'after', $t(36) = -3.26$, $p = .002$, $d = -.54$.

In Group 2, significant results for electrophysiological parameters were found for the alpha and theta EEG ranges. For the alpha rhythm, statistically significant differences were found for full power in the eyes-closed condition for the entire range (70.8 'before' vs. 89.3 'after', $t(27) = -2.58$, $p = .016$, $d = -.49$) as well as for the 9.5–11 Hz range (30.8 'before' vs. 43.1 'after', $t(27) = -2.91$, $p = .007$, $d = -.55$).

For relative power in the alpha band, significant differences were obtained for the eyes-closed conditions between 9.5 and 11 Hz (20.9 'before' vs. 27.3 'after', $t(27) = -3.32$, $p = .003$, $d = -.63$). Significant differences were also obtained for relative power values in the alpha band 11–13 Hz for the eyes-open condition (25.1 'before' vs. 11.6 'after', $t(27) = 2.30$, $p = .03$, $d = .43$).

Significant 'before' and 'after' differences for the theta range were obtained for relative power in the eyes-open conditions in the following ranges. For the whole theta rhythm range (33.9 'before' vs. 42.5 'after', $t(27) = -2.35$, $p = .03$, $d = .44$), as well as for the ranges 5. 5–7 Hz (14.1 'before' vs. 18.2 'after', $t(27) = -2.53$, $p = .02$, $d = .48$) and 7–8 Hz (11.0 'before' vs. 14.4 'after', $t(27) = -2.26$, $p = .03$, $d = .43$).

In Group 3, significant results for electrophysiological parameters were found for the beta, alpha and theta EEG ranges.

In the beta rhythm range, significant differences were obtained for full power in the eyes-closed condition for the entire 14–20 Hz range (7.64 'before' vs. 10.3 'after', $t(17) = -2.31$, $p = .03$, $d = -.55$).

For the alpha rhythm range, significant differences were obtained for the 8–9.5 Hz range for full power (7.7 'before' vs. 12.05 'after', $t(17) = -2.52$, $p = .02$, $d = -.59$) and for relative power (11.5 'before' vs. 13.8 'after', $t(17) = -2.95$, $p = .009$, $d = -.70$). For the theta rhythm range, significant differences were obtained for the eyes-closed condition: for relative power in the whole range (27.06 'before' vs. 21.9 'after', $t(17) = 2.23$, $p = .04$, $d = .53$), and for the 4–5.5 Hz range (13.6 'before' vs. 8.9 'after', $t(17) = 3$, $p = .008$, $d = .71$). Significant differences were also obtained for total power in the 7–8 Hz range (2.3 'before' vs. 3.5 'after', $t(17) = -2.48$, $p = .02$, $d = -.59$).

Group 4 showed no significant differences between the beginning of the experiment and the end in terms of electrophysiological parameters.

Analysis of variance

The analysis of variance between the experimental and control group revealed a number of significant differences. Table 2 presents the significant differences for the sample of younger subjects (Groups 1 and 2) between the 'Before' and 'After' conditions of the experiment.

Table 3 shows the significant differences for the sample of older subjects (Groups 3 and 4) between the 'Before' and 'After' conditions of the experiment.

Discussion

The statistical analysis of EEG data revealed mixed results. Group 1 showed a significant increase only in the alpha rhythm, while the control group exhibited more notable EEG shifts at the end of the experiment. Analysis of variance indicated significant differences only in the 'before' condition for the young sample, suggesting that Groups 1 and 2 were not well balanced initially. Group 1 had higher power in slow rhythms (theta and lower alpha), indicating lower arousal, while Group 2 showed higher power in the higher alpha range. The larger shifts in Group 2 may suggest cognitive fatigue due to intellectual tasks performed during the experiment. In adult subgroups, Group 3 demonstrated significant shifts across all EEG ranges, with notable

Table 2. Statistically significant differences in EEG parameters for the experimental (Group 1) and control (Group 2) subgroups of 'young' subjects.

	Group 1		Group 2		*p*	post hoc (Tukey)	*p*
	Average	*SD*	Average	*SD*			
'Before' the experiment							
% EO Theta 4–8 Hz	40.4	10.3	33.6	16.7	.044	6.82	.044*
% EO Theta 7–8 Hz	14.8	7.16	10.8	6.46	.022	3.99	.022*
% EC Alpha 9.5–11 Hz	29.9	15.2	20.5	16.4	.019	9.38	.019*
% EO Alpha 9.5–11 Hz	15.0	8.90	9.60	6.04	.007	5.41	.007**
% EO Alpha 11–13 Hz	11.0	5.57	24.8	29.4	.007	−13.7	.007**

Note: *$p < .05$, **$p < .01$
EC — eyes closed, EO — eyes open, % — relative power

Table 3. Statistically significant differences in EEG parameters for the experimental (Group 3) and control (Group 4) subgroups of 'adult' subjects.

	Group 3		Group 4		*p*	post hoc (Tukey)	*p*
	Average	*SD*	Average	*SD*			
'Before' the experiment							
GC Theta 4–8 Hz	10.7	4.65	17.2	11	.026	−6.51	.026*
GO Theta 4–8 Hz	13.2	5.74	18.7	8.01	.021	−5.50	.021*
GO Theta 4–5.5 Hz	5.9	2.51	8.11	4.02	.053	−2.03	.361
GC Theta 5.5–7 Hz	3.43	1.65	6.01	4.4	.025	−2.58	.025*
GO Theta 5.5–7 Hz	4.24	2.06	6.53	3.41	.018	−2.28	.018*
GC Theta 7–8 Hz	2.27	1.25	5.03	5.12	.032	−2.77	.032*
GO Alpha 9.5–11 Hz	3.1	2.08	6.32	7.07	.071	.30	.888
GC Beta 13–20 Hz	7.64	3.73	14.1	8.33	.004	−6.49	.004**
'After' the experiment							
GO Theta 4–8 Hz	12.1	3.67	16.3	6.28	.019	−4.15	.019*
GC Theta 4–5.5 Hz	4.77	1.85	5.86	1.77	.070	−.642	.658
GO Theta 4–5.5 Hz	5.08	1.59	7.08	3.12	.020	−1.99	.020*
GO Theta 5.5–7 Hz	3.88	1.27	5.39	2.2	.015	−1.51	.015*
%GC Alpha 8–13 Hz	59.5	18.7	48.4	17.9	.070	2.67	.395
%GC Alpha 11–13 Hz	13.7	7.48	10	3.44	.052	.07	.966
GC Beta 13–20 Hz	10.3	4.45	14.2	7.67	.065	−.06	.979

Note: *$p < .05$, **$p < .01$
EC — eyes closed, EO — eyes open, % — relative power

increases in alpha and beta bands, but a decrease in lower theta power. ANOVA revealed differences between Groups 3 and 4 before and after the experiment, with Group 4 showing no significant shifts. This may highlight strong individual differences among subjects.

Before the experiment, differences in EEG parameters were noted: Group 3 exhibited lower power in slow (theta and alpha) and beta rhythms, indicating a higher initial anxiety level. The subsequent increase in alpha and upper theta rhythm power suggests that Group 3

experienced a significant reduction in anxiety after reflection. These findings align with some literature while contradicting others. Self-referencing involves individuals reflecting on their attributes (D'Argembeau et al., 2007; Kim & Johnson, 2015; Knyazev, 2013; Knyazev et al., 2012; Krause et al., 2021; Levorsen et al., 2023; Meyer & Lieberman, 2018; Mu & Han, 2010; Salvador et al., 2020). Studies show that self-referencing activates the default mode network (DMN), which is engaged when individuals are not focused on external tasks. Increased theta power is linked to working memory tasks and emotional discrimination (Aftanas & Golocheikine, 2001). Research indicates a positive correlation between frontal theta synchronization and self-reference during personality trait retrieval (Mu & Han, 2010), suggesting connections between personality reflection, memory and emotional attitudes in our study.

Thus, in the above studies, the process of reflection was not investigated independently of other mental processes, in particular, memory and emotions.

Klimesch (1996) compared changes in theta band activity associated with words recalled or not recalled during retrieval and found that successfully retrieved words involved a greater degree of theta band synchronization during encoding. In this study, the aspect of memory that plays an important role in reflection, especially retrospective memory, is important to us.

Previous studies suggest that the frontal theta rhythm may be localized in the anterior cingulate or medial frontal cortex (Asada et al., 1999; Scheeringa et al., 2009); using simultaneously recorded EEG and fMRI, we observed significant negative correlations between medial frontal activity and theta oscillations at rest, suggesting that theta activity may be considered as an EEG index of DMN activity.

The modulation of theta band activity under the influence of a self-referencing task (that we refer to as reflection) observed in our study is consistent with literature data that have shown increased theta rhythm activation during self-judgements (Fossati et al., 2004).

Thus, a general decrease in the power of the theta rhythm may indicate a state associated with the DMN. However, an increase in the power in the upper range of the theta rhythm may indicate inclusion in the self-referral task. Thus, after the act of reflection is completed, a 'trace' remains in the EEG activity of the brain, corresponding to the indicators obtained by the researchers during the act of reflection, the reaction to the stimulus presented. In general, the influence of reflection on the nervous system is strongest in the upper range of the theta rhythm.

Alpha (and possibly beta) oscillations are positively related to DMN and spontaneous self-referential processes and negatively related to attention processes. Also, a decrease in the power of the alpha rhythm is observed during the processing of external information related to the self (Knyazev, 2013).

To study the processes related to reflection (self-reference), the upper alpha rhythm is of great interest, an increase in which is identified with internally directed attention and, consequently, self-referential information processing during judgement about oneself (Benedek et al., 2014; Klimesch, 1999; Klimesch et al., 2007).

Thus, attention as a self-directedness in personality was included in reflection.

Previous research indicates that the spectral power of the upper alpha band (10.5–13 Hz) reflects whether attention is directed inward or outward (Doppelmayr et al., 2008; Klimesch, 2012). Specifically, when observing external objects, upper alpha power decreases — a phenomenon known as alpha suppression (Benedek et al., 2014; Klimesch, 2012; Ray & Cole, 1985). This suppression occurs during tasks requiring outward attention, such as sentence processing and social observation (Perry et al., 2011; Salvador et al., 2020). Conversely, upper alpha power increases with enhanced internal attention, as seen when subjects close their eyes to minimize external stimuli (Ray & Cole, 1985). Our results show a significant increase in lower alpha power, indicating a focus on external rather than internal reflection due to the written tasks and the subjects' awareness of being observed.

High-frequency activity (beta and gamma rhythms) is also linked to self-referential processes. A study by Mu and Han (2010) found that self-relevant stimuli elicited greater responses in the beta and gamma ranges compared to non-self-relevant ones. Klein et al. (2002) noted that self-referential processing involves correlating stimuli with self-related semantic knowledge. Herrmann et al. (2004) suggested that high-frequency oscillations mediate the comparison of memory content with stimulus-related information. Thus, the notable increase in beta rhythm during our reflection task relates to the attribution of archetypal images to oneself in the MIRR methodology.

Conclusion

Thus, we can conclude that the process of reflection, or self-reference, which coincides with our understanding of reflection realized in the course of performing the MIRR technique, is represented by special brain mechanisms on the level of the central nervous system. This effect or these mechanisms are related to a decrease in power in the lower and middle bands of the theta rhythm and an increase in power in the upper band of the theta rhythm (7–8 Hz), as well as an increase in power in the lower alpha and beta bands. At the same time, the greatest expression of this trend is observed in older age. At younger ages, the main changes are characterized by an increase in the power of the alpha rhythm.

Due to the age specifics of reflection, we can hypothesize about its brighter influence at the age of 22 years and older, which is consistent with our earlier psychological studies of reflection (Sizikova & Durachenko, 2018a, 2018b). Those results were confirmed in the present electrophysiological study.

Summary conclusion

We have determined that Vygotsky's views are important for understanding the essence of reflection, along with its place and functions in the psyche. We identified a stable 'core' of views that became the basis for other studies and a changeable 'shell' that gave rise to other studies. This allowed us to harmonize the terms whose semantic loading correspond to the meaning of the concept of reflection revealed by Vygotsky in cultural-historical psychology.

Significant for our study is the connection between reflection and mental functions. Our data show a decrease in lower and middle theta rhythm power and an increase in upper theta (7–8 Hz) and lower alpha and beta bands, indicating reflection linked to memory, creativity, perception and thinking. These findings support previous electrophysiological studies that localize reflection's influence in medial cortical structures, particularly the medial prefrontal cortex (MPFC/BA 10). Self-referential processes are often associated with the default mode network (DMN), and our findings align with this. However, we employed the more complex IRRM technique, which activates the creative component of reflection, connecting our results to studies on creativity.

The data indicate that in our study the reflection process is characterized by a greater orientation to the external world. This can be explained both by the written form of task performance and by the fact that after the act of reflection, an inward turn, exteriorization, as an outward turn, takes place.

It can be assumed that the process of attribution of IRRM pictures and task performance was not associated by the subjects with their intellectual efforts. Apparently, the experimental task was not associated with significant cognitive resources but was more characterized by activation of the DMN. Thus, the use of the IRRM technique is likely to more strongly engage the network of passive brain activity associated with moments in life when one is relaxed and performing a cognitive task. We have termed this state 'tension free'. From this position, our work is a good complement to and extends previous findings.

Some scientists say that it is not worth identifying such complex integrated processes as

self-referential processes or DMN with specific brain oscillations, since different oscillations may be involved depending on the situational context and the type of self-referential processes (Knyazev, 2013). This conclusion can be made in the case of the study of individual aspects of reflection. The present study overcomes the highlighted limitation. The influence of full personal reflection, covering the majority of contexts distributed in the directions 'Self,' 'Other' and 'World' (relations to universal values and the world as such), was to be investigated. Thus, it allowed us to identify clearer boundaries of the influence of reflection.

We confirmed our assumption about a stronger influence of reflection on the central nervous system in subjects after the age of 22.

Overall, our study confirmed the results available in other studies and brought new insights into the understanding of reflection by identifying its impact on the central nervous system. These results can be applied to the design of social practices, particularly psychotherapy, psychological counselling and the training process.

El concepto vygotskiano de la reflexión y un estudio de su influencia en la actividad electrofisiológica del cerebro

La reflexión consiste en dirigir todas las funciones mentales y de la personalidad hacia uno mismo. La reflexión bajo las condiciones actuales de la digitalización es necesaria para el desarrollo de una personalidad cultural. Las tecnologías de Internet están orientadas a construir una nueva realidad y es en esta realidad donde se crean las condiciones en las que el desarrollo de la reflexión es relevante, principalmente las condiciones personales, filosóficas y existenciales, que determinan el desarrollo cultural de la personalidad (Leonov et al., 2021; Suroedova et al., 2023).

El énfasis en el desarrollo de la reflexión ha suscitado interés en determinar su impacto en el estado del sistema nervioso central. La hipótesis de este estudio se basa en dos supuestos: el primero es que se da una actividad oscilatoria específica en el cerebro tras completar un proceso de reflexión; la segunda es que esa actividad depende de la edad. A modo de estímulo, utilizamos una técnica proyectiva denominada 'Metodología de recursos imaginarios-reflexivos' (IRRM, por sus siglas inglesas), desarrollada por los autores.

El ámbito de la 'reflexión', definido en los trabajos del fundador de la psicología histórico-cultural, nos permite correlacionarla con el ámbito del concepto 'autorreferencia', utilizado en la investigación psicofisiológica moderna. Por tanto, podemos determinar las intersecciones interculturales en los estudios sobre la actividad electrofisiológica durante y después del acto reflexivo.

Un resultado relacionado con este estudio es la determinación del límite de edad de los cambios cualitativos respecto a la influencia de la reflexión en los ritmos cerebrales.

Nuestros resultados contribuyen a la discusión científica de cuestiones psicofísicas.

La esencia de la reflexión y sus características psicológicas

El uso del término 'reflexión' es extremadamente escaso en los trabajos de Vygotski. Sin embargo, el autor prestó atención y reconoció la existencia de reflexión en la psique; es más, identificó la reflexión y su función en el desarrollo de los procesos mentales y de la personalidad.

Por ejemplo, en su análisis de las opiniones de Spranger, Vygoski (1984) señaló las posibles atribuciones al desarrollo de la reflexión. Vygotski (1984) respalda la posición de Buzeman en el sentido de que la autoconciencia no es algo inicial, sino una formación secundaria que surge de la interacción con el entorno social, y critica a ese autor por tratar de formar una perspectiva biosocial de la reflexión.

Vygotski (1999) defendió que la función de la reflexión es permitir que la persona sea 'sensible a la contradicción, capaz de controlar su irritación y de sintetizar los juicios de forma lógica; de poseer la capacidad de deducción' (p. 206).

La confirmación de la estrecha conexión entre el pensamiento lógico y la reflexión llevó a Vygotski a concluir que, inicialmente, el desarrollo de la reflexión orienta el desarrollo del pensamiento lógico y, después, el desarrollo del pensamiento lógico dirige el desarrollo de la reflexión. El punto de inflexión en este cambio en la relación entre reflexión y pensamiento ocurre durante la adolescencia.

Sin perder su esencia, podemos formular brevemente la definición de reflexión ofrecida por Vygotski en su análisis de las ideas de Buseman y Piaget. Según este autor, la reflexión es un reflejo de los procesos mentales y personales en la conciencia o autoconciencia, como la transferencia de la conciencia social a la conciencia individual. Esta interpretación suscitó muchas preguntas sobre la idea de reflexión, como evidencia su estudio de ya casi un siglo de duración.

Los estudios experimentales modernos tienen una concepción más detallada de la reflexión y establecen nuevos vínculos entre reflexión y situación social; en particular, definen de manera más exhaustiva el papel del 'Otro' en la percepción y en la construcción de la propia imagen;

definen en la reflexión la atribución de determinados rasgos del carácter de una persona:

(a) atribuir determinadas propiedades a la personalidad propia (Belasheva & Ermakov, 2023);
(b) debatir sobre sí mismo al interactuar con los demás (Naaman et al., 2010);
(c) proyectar las creencias personales, rasgos de carácter y experiencias en los demás en un proceso de atribución (Tamir & Mitchell, 2013);
(d) mayor probabilidad de recordar información si tiene un significado (Symons & Johnson, 1997).
(e) analizar la naturaleza y la estructura del autoconcepto (McConnell, 2011)
(f) la percepción personal del yo para crear el autoconcepto (Crocker & Knight, 2005).

Hay que señalar que dichos estudios no profundizaban en el análisis del proceso de reflexión ni de sus mecanismos, sino que corroboraban la naturaleza descriptiva de aspectos psicológicos, centrándose en indicadores neuropsicológicos. Es precisamente el estudio de los indicadores neuropsicológicos lo que suscitó nuestro interés y nos llevó a diseñar un experimento para determinar la influencia de la reflexión en la actividad eléctrica cerebral.

Ontogénesis de la reflexión

La cuestión de la ontogénesis de la reflexión ha demostrado ser un tema difícil para la investigación científica.

Vygotski (1984) considera la reflexión como una formación nueva en la adolescencia. Este vínculo entre la reflexión y el pensamiento lógico nos lleva inevitablemente al reconocimiento de la reflexión en la adolescencia y su negación en la infancia, 'la ausencia de arbitrariedad y conciencia de las propias operaciones es precisamente el equivalente psicológico de la ausencia de pensamiento lógico' (Vygotsky, 1984, p. 96).

Para justificar sus conclusiones, Vygotski afirma que 'el niño empieza a contar mucho antes de comprender en qué consiste y de aplicarlo significativamente. El discurso infantil contiene conjunciones como "porque", "si" o "aunque", mucho antes de ser consciente de la causalidad, de que la convencionalidad y la oposición aparezcan en su pensamiento' (Vygotsky, 1984, p. 90).

Tomados fuera del contexto de las disputas con otros psicólogos de distinta tendencia, estas afirmaciones dieron lugar a otros estudios más recientes en torno a las dinámicas etarias de la reflexión en la psicología no clásica.

Una contribución significativa de Vygotski (1984) en torno al problema del desarrollo de la reflexión es la identificación de la presencia del 'Otro' como condición necesaria. En su elección de sus acciones y pensamientos, los adolescentes dependen de ese 'Otro'. Es más, el 'Otro' surge desde la infancia, y Vygotski describe detalladamente su función. Debemos asumir que la aparición de la reflexión ocurre al mismo tiempo que otras funciones psicológicas en la infancia.

La investigación contemporánea confirma experimentalmente el cambio en los límites de la manifestación reflexiva a partir de los tres años, como creía Vygotski, cuando el niño comienza a considerarse a sí mismo como un 'Otro' y se identifica en el espejo, a partir de prácticamente los dos años o unos meses antes.

Los estudios específicos realizados por Lisina (2009) demuestran que a partir de los dos meses y medio, el bebé realiza una actividad cognitiva inicial. Al principio, este no tiene una estructura relativamente constante y se expresa mediante una concentración peculiar del niño en el objeto, asociada a movimientos desordenados (Smirnova, 2009).

Experimentos modernos relacionados con la formación y el reconocimiento de la idea del 'Otro' demuestran que la capacidad infantil de reconocer la falsedad de las creencias de otras personas raramente se manifiesta antes de los dos años y medio. A esta edad, los niños reconocen la falsedad en la representación de las acciones de otras personas. Por tanto, estos niños son capaces de comprender que la conciencia de otras personas es distinta de la suya, y que una persona puede actuar de forma distinta (T. G. Fomina et al., 2023; Vilenskaya et al., 2023).

Así pues, los estudios sobre la ontogénesis de la reflexión determinan el límite inferior de las primeras manifestaciones reflexivas a una edad media de dos semanas, más pronunciadas a partir de los dos meses. Estos estudios confirman que su desarrollo requiere el desarrollo de la percepción, principalmente visual, así como de la memoria, el pensamiento, el movimiento y la presencia del 'Otro'.

El límite superior, que aumenta desde la adolescencia, fue definido por Vygotski hasta la finalización de la adolescencia. Está relacionado con la introducción de más tipos distintos de funciones en los límites psicológicos de la reflexión:

- primero, con el desarrollo del pensamiento sistemático.
- segundo, con la calidad de las interacciones creadas con el 'Otro', no solo de reconocer sino de coordinar los intereses de las partes en las relaciones y acciones mutuas,
- y tercero, con la necesidad no solo de adaptación y autorregulación, sino también de auto organización en las condiciones cambiantes de mayor certidumbre y estabilidad a mayor incertidumbre y dinamismo, causadas por el movimiento acelerado de información con la ayuda de las tecnologías de Internet.

La definición de los límites superior e inferior del desarrollo de la reflexión no niega la perspectiva vygotskiana de la reflexión como una formación nueva durante la adolescencia.

En nuestra investigación basada en el 'Cuestionario sobre el enfoque de la reflexión' (Sizikova, 2018), demostramos que, independientemente de la edad en la que se observan diversas manifestaciones reflexivas, su desarrollo solo alcanza su nivel cultural completo a partir de 22 años (Sizikova & Durachenko, 2018a, 2018b). A diferencia de nuestros estudios, Karpov (2003) considera que el límite de edad para los cambios cualitativos en el desarrollo completo de la reflexión es a los 18 años, mientras que Leontiev y Osin (2014) lo establecen en los 23 años. Estas conclusiones se basan en diagnósticos psicológicos utilizando métodos desarrollados por estos psicólogos. En este estudio confirmamos el límite psicológico a los 22 años mediante diagnóstico de parámetros electrofisiológicos.

Estudio electrofisiológico de la reflexión

Una vez determinadas la esencia, las condiciones y dinámicas etarias de la reflexión a partir de los trabajos de Vygotski y de la investigación contemporánea, formulamos un supuesto sobre la influencia de la reflexión en el estado del sistema nervioso central. En neurociencia, el término autorreferencia es el utilizado con mayor frecuencia para denotar la reflexión. Este es un ejemplo de cómo en distintas ciencias nos encontramos con distintos términos y conceptos, correlacionados entre ellos por pertenecer a un significado del fenómeno, en el caso de la reflexión, por constituir una referencia hacia uno mismo, a las funciones mentales y la personalidad. Autorreferencia es una referencia hacia la propia personalidad que se corresponde con la reflexión personal.

Estudios sobre la reflexión mediante el EEG

Existen al menos dos enfoques en la investigación de las correlaciones del EEG con el procesamiento autorreferencial (Knyazev, 2013). El primer enfoque es que, puesto que es posible registrar simultáneamente un EEG y una imagen por resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas inglesas), es posible determinar el grado de solapamiento entre las dos señales en las regiones del cerebro relacionadas con el procesamiento autorreferencial. Un segundo enfoque, más directo, es el estudio directo de las correlaciones del EEG con el procesamiento autorreferencial.

La distinción entre información autorreferencial e información en referencia al 'Otro' está relacionada principalmente con el componente P300 del potencial evocado, pero en ocasiones se manifiesta antes (Knyazev, 2013). En el ámbito de las frecuencias, se ha demostrado que distintas oscilaciones frecuenciales influyen en el procesamiento

autorreferencial. Las frecuencias alfa y theta tienden a amplificarse durante el procesamiento autorreferencial, mientras que las frecuencias beta y gamma tienden a suprimirse.

Algunos casos de la práctica clínica son importantes para comprender diversos procesos cerebrales y, en este caso, la autorreferencia. Por ejemplo, T. Fomina et al. (2017) demostraron que, a diferencia de los participantes sanos, los pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (ELA) carecían de correlaciones electrofisiológicas en el pensamiento autorreferencial, lo que los autores creían que podría indicar cambios en su autoconciencia y autopercepción.

Kraus et al. (2019) investigaron los procesos neurológicos que subyacen tras las ideas creativas. Midieron la actividad EEG alfa utilizando un paradigma de potencia relacionado con la tarea mientras los participantes realizaban una tarea de uso alternativo así como una tarea de fluidez de categorías. Los resultados mostraron un aumento de la potencia alfa en el hemisferio izquierdo frente al derecho en respuesta al efecto del orden secuencial en la tarea de uso alternativo, pero no en la tarea de fluidez de categorías.

En un estudio intercultural, Knyazev et al. (2012) examinaron las correlaciones neurales de la RND (red neuronal por defecto) utilizando datos de EEG e imágenes cerebrales estadísticas utilizando la tomografía electromagnética cerebral de baja resolución (LORETA, por sus siglas inglesas). Los autores mostraron que el mejor predictor de la concurrencia de pensamientos autorreferenciales espontáneos era el incremento de la actividad alfa en la RND. Un menor nivel de actividad theta y delta en el giro frontal superior y un mayor nivel de actividad beta en el giro post central complementaban la predicción.

Mu y Han (2010) investigaron el papel de las oscilaciones neurales irregulares en este efecto de autorreferencia durante la memorización de palabras relacionadas y no relacionadas con el yo. Los autores registraron EEG de adultos sanos mientras estos pensaban sobre términos relacionados con el yo y otros términos familiares. Observaron que las palabras relacionadas con la actitud hacia sí mismo producían la sincronización de actividad a 700–800 ms en la banda theta y a 400–600 ms en la banda alfa. Por el contrario, se observó discordancia de actividad en la banda beta a 700–800 ms y en la banda gamma a 500–600 ms para palabras relacionadas con la actitud hacia sí mismos. La actividad en las bandas theta y alfa se relacionaba con emociones positivas, mientras que la actividad en las bandas beta y gamma se relacionaba con emociones negativas. Asimismo, la activación de la banda theta frontal se relacionaba positivamente con el efecto autorreferencial en la memorización.

Es difícil imaginar el conocimiento de los procesos cerebrales sin un análisis cuidadoso de la información facilitada por distintos enfoques metodológicos. Las distintas técnicas deben complementarse entre ellas, pero en la práctica, pueden producir resultados contradictorios. Por ejemplo, la fMRI y el EEG muestran distintos aspectos de la actividad cerebral, y podrían darse algunas discrepancias ente las señales hemodinámicas y las electrofisiológicas.

La red modal cerebral pasiva (PBMN, por sus siglas inglesas), denominada también red neuronal por defecto (RND), fue señalada por primera vez por Raichle (2015) y Raichle et al. (2001) basándose en evidencia de la existencia de un patrón constante de desactivación de una red de regiones cerebrales que ocurre durante el inicio de la actividad relacionada con la tarea (Raichle et al., 2001; Raichle & Snyder, 2007).

La RND incluye la corteza prefrontal ventromedial, la corteza prefrontal dorsomedial, la corteza parietal lateral y la corteza cingulada posterior, con algunas partes adyacentes del precúneo. Con frecuencia se incluye también la corteza entorrinal en la RND (Raichle, 2015). Cuanto mayor es la complejidad de la tarea, mayor es la desactivación (McKiernan et al., 2006; Singh & Fawcett, 2008). Una excepción notable a este patrón de desactivación durante la actividad dirigida a una meta son las tareas que requieren pensamiento autorreferencial y cognición social (Mitchell et al., 2006), lo que sugiere que la RND posiblemente medie los procesos de cognición activa en lugar de ser una red neuronal pasiva en la que solo se observa inactivación. Investigaciones recientes sugieren que estos procesos incluyen la

toma de perspectiva en primera persona (Greicius et al., 2003; Vogeley & Fink, 2003), el pensamiento independiente de la tarea (Binder et al., 1999; McKiernan et al., 2006), la memoria episódica (Greicius et al., 2003), la cognición social y el sentido de los procesos de agencia (Decety & Sommerville, 2003), así como la distinción entre pensamiento relacionado con el yo y no relacionado con el yo.

La actividad rítmica es una característica del EEG. Por lo general se distinguen cinco rangos de frecuencia: delta (.5–3.5 Hz), theta (4–7 Hz), alfa (8–12 Hz), beta (13–30 Hz) y gamma (> 30 Hz), sin embargo no existe una coherencia general entre los estudios en torno al establecimiento de un rango estándar en las bandas del EEG. Algunos estudios distinguen sub bandas más estrechas. Se ha sugerido que las oscilaciones podrían desempeñar un papel específico muy importante en la integración de las funciones cerebrales (Başar, 2008; Cantero & Atienza, 2005; Fingelkurts & Fingelkurts, 2010).

A partir de las consideraciones esbozadas en las líneas anteriores, formulamos el objetivo del estudio: tratar de identificar la influencia de la reflexión personal en el estado del sistema nervioso central. Un estudio relacionado era también la delineación de los límites de edad confirmados por la actividad eléctrica cerebral.

La reflexión personal puede entenderse como un proceso mental que incluye la actitud de la persona hacia sí misma, hacia los demás, hacia el mundo que la rodea o hacia valores universales en tres aspectos temporales: pasado, presente y futuro. La hipótesis es que la reflexión tiene un efecto determinado en la actividad eléctrica del cerebro y es más pronunciada en los adultos (mayores de 22 años).

Métodos

Muestra

En el estudio participaron 141 personas y en los análisis finales se incluyeron 118 participantes (media de edad 22 ± 8 años). Todos participaron de forma voluntaria, tras previamente un formulario de consentimiento informado, y se contó con la aprobación previa del Comité de Ética de la Asociación Rusa de Psicología, de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Tabla 1. Características descriptivas de los grupos.

	Grupo experimental	Grupo control
Grupo 'jóvenes'	*Grupo 1* 41 personas (media edad 19 ± 1)	*Grupo 2* 31 personas (media edad 20 ± 1)
Grupo 'adultos'	*Grupo 3* 22 personas (media edad 32 ± 8)	*Grupo 4* 22 personas (media edad 36 ± 7)

Se dividió la muestra en un grupo experimental y uno de control. En cada grupo se identificaron dos subgrupos en función de la edad, que podrían etiquetarse como 'jóvenes' (⩽ 22 años) y 'adultos' (⩾ 22 años). Se asignaron códigos numéricos a estos cuatro grupos (Tabla 1).

El procedimiento experimental tuvo lugar durante una clase universitaria normal de 1.5 horas. Durante ese tiempo, el grupo experimental implementó la metodología basada en recursos imaginarios y reflexivos (IRRM). El grupo control realizó las tareas académicas. Al principio y al final de la sesión, se registraron ambos grupos con los ojos abiertos (EO) y cerrados (EC).

Condiciones para organizar el proceso de reflexión. Se recurrió a la IRRM (Sizikova, 2018) como material de estímulo para estudiar la influencia de la reflexión personal en la actividad eléctrica cerebral. Esta técnica es proyectiva y se basa en la actualización de dos niveles de conciencia: el nivel reflexivo y el nivel imaginario, que incluye imágenes arquetípicas del inconsciente colectivo y un nivel más amplio de patrimonio, conocimiento y representaciones culturales de las principales fuerzas de la creación del mundo, elementos primarios e imágenes espirituales. La metodología se pone en práctica mediante la escritura. El trabajo con este método incluye un método asociativo y un método de reflexión guiada. En la reflexión se incorpora la asociación libre y se establecen conexiones lógicas que cubren un amplio rango. El participante relaciona las asociaciones con su personalidad, relaciones, vida y perspectivas

futuras. Se actualizan tres tipos de reflexión: retrospectiva (dirigida hacia el pasado), introspectiva (dirigida al presente) y prospectiva (dirigida al futuro), en las que el participante debe identificar sus recursos y formas de resolver el problema. Se establecen condiciones para las tres intensidades (orientaciones) de la reflexión: en el 'Yo', en el 'Otro' y en el 'Mundo'.

Los participantes del grupo experimental tenían que observar tarjetas con imágenes en las que el artista había descrito distintos arquetipos. Después realizaron distintas tareas: (1) mostrar las tarjetas con imágenes arquetípicas de contenido específico: fuego, agua, aire, mundo, árbol, tierra, montaña, olor; (2) determinar su secuencia en el rango de agrado–desagrado; (3) anotar asociaciones para cada tarjeta; (4) estructurar todas las asociaciones a partir de los criterios proporcionados (fundamental — no fundamental; dinámico — no dinámico; realista — fantasía; rico en recursos — no rico en recursos; neutral).

Después del trabajo asociativo-analítico, que después constituye el material para la reflexión, los participantes llevan a cabo una reflexión personal por escrito en la que vinculan bloques de asociaciones con acontecimientos de su vida personal. A continuación, a partir del número de asociaciones de cada tarjeta arquetípica, la percepción del arquetipo y la distribución de las asociaciones por bloques, el participante escribe un relato, una recomendación a un amigo imaginario (es decir, a sí mismo, como alienado), que responda a la pregunta: '¿Qué debería hacer en mi vida para hacerla más interesante y exitosa?'; es decir, descentralizando y llevando a cabo el autoanálisis desde la posición del 'Otro'. Tras completar la primera parte del trabajo, el participante procede a la segunda parte. Tiene que presentar sus asociaciones con otras tarjetas, en las que el artista describe arquetipos de contenido filosófico o existencial: vida, amor, chispa de creatividad, luz, flujo. Después, estas asociaciones se vinculan entre ellas mediante enlaces lógicos, relacionados con la vida del participante en el tiempo presente y se determina cómo se manifiestan en los valores y creencias de la persona. Tras completar este trabajo de análisis, se selecciona la tarjeta con mayor riqueza de recursos y el participante reflexiona por sí mismo en torno a la posible aplicación de este recurso en su vida. De este modo, la lógica de la metodología hace posible integrar todos los aspectos principales de la reflexión personal. La duración de esta metodología es de 1.5 horas.

Grabación del EEG. Para grabar el electroencefalograma (EEG) se utilizó el equipo de hardware y software 'BOSLAB — 14' (Novosibirsk) con montaje de electrodo monopolar en la derivación Pz. Se seleccionó la ubicación del electrodo auricular Pz como electrodo de referencia porque las características de la actividad alfa en la región parietal occipital son las más estables y reproducibles en mediciones repetidas, y las menos variables (Balioz, 2012; Bazanova, 2011). El EEG se registró en estado de reposo con los ojos cerrados (2 min) y en la prueba con los ojos abiertos (30 segundos). Para controlar los movimientos oculares, se registró el electromiograma (EMG) de los músculos de la frente. En el análisis de los datos electroencefalográficos se incluyeron épocas de EEG sin artefactos, subdivididas en segmentos de 4 s de duración y sometidas a una transformada rápida de Fourier en el ancho de banda de 3–20 Hz utilizando una ventana Hahn. Los datos obtenidos se analizaron utilizando un programa especializado, Win EEG de Mitsar, San Petersburgo, compilado según los estándares aceptados de análisis de señales y presentados en forma de tabla de potencia espectral del EEG con un paso de 1 Hz.

Para analizar las características electrofisiológicas, utilizamos los valores de la potencia total y relativa de los principales ritmos del EEG: theta (4–8 Hz), alfa (8–13 Hz) y beta (13–20 Hz).

Análisis de datos. Se llevó a cabo un análisis comparativo utilizando el programa Jamovi 2.4.1. El análisis de normalidad reveló una distribución normal de la muestra y, por tanto, se utilizó el paramétrico t de Student ($\alpha = .05$) para comparar los grupos experimental y control en términos de ansiedad, reflexión y otros índices electrofisiológicos en cada subgrupo. Se aplicó un análisis

ANOVA unifactorial para comparar los índices electrofisiológicos entre los grupos.

Resultados

Resultados del EEG

Los análisis estadísticos de los distintos grupos de participantes antes y después del experimento revelaron los siguientes resultados:

En el Grupo 1, se observaron diferencias significativas en los parámetros electrofisiológicos entre el principio y el final del experimento únicamente respecto a la potencia relativa del ritmo alfa en la banda 8–9.5 Hz: 18.2 'antes' y 21.9 'después', $t(36) = -3.26$, $p = .002$, $d = -.54$.

En el Grupo 2 se obtuvieron resultados significativos en los parámetros electrofisiológicos en los rangos alfa y theta. Para el ritmo alfa, se observaron diferencias estadísticamente significativas de potencia total en la condición de ojos cerrados para todos los rangos (70.8 'antes' y 89.3 'después', $t(27) = -2.58$, $p = .016$, $d = -.49$), así como en el rango 9.5–11 Hz (30.8 'antes' y 43.1 'después', $t(27) = -2.91$, $p = .007$, $d = -.55$).

Por lo que respecta a la potencia relativa en la banda alfa, se observaron diferencias significativas en las condiciones de ojos cerrados entre 9.5 y 11 Hz (20.9 'antes' y 27.3 'después', $t(27) = -3.32$, $p = .003$, $d = -.63$). También se observaron diferencias significativas en los valores de potencia relativa en la banda alfa 11–13 Hz para la condición de ojos abiertos (25.1 'antes' y 11.6 'después', $t(27) = 2.30$, $p = .03$, $d = .43$).

Se observaron diferencias significativas en el rango theta 'antes' y 'después' respecto a la potencia relativa en la condición de ojos abiertos en los siguientes rangos: para todo el ritmo theta (33.9 'antes' y 42.5 'después', $t(27) = -2.35$, $p = .03$, d = .44), así como para los rangos 5. 5–7 Hz (14.1 'antes' y 18.2 'después', $t(27) = -2.53$, $p = .02$, $d = .48$) y 7–8 Hz (11.0 'antes' y 14.4 'después', $t(27) = -2.26$, $p = .03$, $d = .43$).

En el Grupo 3, se observaron resultados significativos de los parámetros electrofisiológicos para los rangos beta, alfa y theta del EEG.

En el rango beta, se observaron diferencias significativas de la potencia total en la condición de ojos cerrados para todo el rango 14–20 Hz (7.64 'antes' y 10.3 'después', $t(17) = -2.31$, $p = .03$, $d = -.55$).

Para el rango del ritmo alfa, se observaron diferencias significativas en el rango 8–9.5 Hz de la potencia total (7.7 'antes' y 12.05 'después', $t(17) = -2.52$, $p = .02$, $d = -.59$) y de la potencia relativa (11.5 'antes' y 13.8 'después', $t(17) = -2.95$, $p = .009$, $d = -.70$). Por lo que respecta al ritmo theta, se observaron diferencias significativas en la condición de ojos cerrados: de la potencia relativa en todo el rango (27.06 'antes' y 21.9 'después', $t(17) = 2.23$, $p = .04$, $d = .53$) y en el rango 4–5.5 Hz (13.6 'antes' y 8.9 'después', $t(17) = 3$, $p = .008$, $d = .71$). También se observaron diferencias significativas de potencia total en el rango 7–8 Hz (2.3 'antes' y 3.5 'después', $t(17) = -2.48$, $p = .02$, $d = -.59$).

En el Grupo 4 no se observaron diferencias significativas entre el principio y el final del experimento en términos de parámetros electrofisiológicos.

Análisis de varianza

Los análisis de varianza entre el grupo experimental y el grupo control revelaron diversas diferencias significativas. En la Tabla 2 se presentan las diferencias significativas observadas en la muestra de participantes más jóvenes (Grupos 1 y 2) entre las condiciones 'antes' y 'después' del experimento.

En la Tabla 3 se indican las diferencias significativas observadas en la muestra de participantes de mayor edad (Grupos 3 y 4) entre las condiciones 'antes' y 'después' del experimento.

Discusión

Los análisis estadísticos de los datos obtenidos mediante el EEG revelaron resultados mixtos. El Grupo 1 mostró un incremento significativo únicamente en el ritmo alfa, mientras que el grupo control mostró cambios más notables en el EEG al final del experimento. Los análisis de varianza

Tabla 2. Diferencias estadísticamente significativas en los parámetros EEG para los subgrupos 'jóvenes' del grupo experimental (Grupo 1) y control (Grupo 2).

	Grupo 1		Grupo 2		*p*	post hoc (Tukey)	*p*
	Media	*DT*	Media	*DT*			
'Antes' del experimento							
% EO Theta 4–8 Hz	40.4	10.3	33.6	16.7	.044	6.82	.044*
% EO Theta 7–8 Hz	14.8	7.16	10.8	6.46	.022	3.99	.022*
% EC Alfa 9.5–11 Hz	29.9	15.2	20.5	16.4	.019	9.38	.019*
% EO Alfa 9.5–11 Hz	15.0	8.90	9.60	6.04	.007	5.41	.007**
% EO Alfa 11–13 Hz	11.0	5.57	24.8	29.4	.007	−13.7	.007**

Nota: $*p < .05$, $**p < .01$
EC — ojos cerrados, EO — ojos abiertos, % — potencia relativa

Tabla 3. Diferencias estadísticamente significativas en los parámetros EEG para los subgrupos 'adultos' del grupo experimental (Grupo 3) y control (Grupo 4).

	Grupo 3		Grupo 4		*p*	post hoc (Tukey)	*p*
	Media	*DT*	Media	*DT*			
'Antes' del experimento							
GC Theta 4–8 Hz	10.7	4.65	17.2	11	.026	−6.51	.026*
GO Theta 4–8 Hz	13.2	5.74	18.7	8.01	.021	−5.50	.021*
GO Theta 4–5.5 Hz	5.9	2.51	8.11	4.02	.053	−2.03	.361
GC Theta 5.5–7 Hz	3.43	1.65	6.01	4.4	.025	−2.58	.025*
GO Theta 5.5–7 Hz	4.24	2.06	6.53	3.41	.018	−2.28	.018*
GC Theta 7–8 Hz	2.27	1.25	5.03	5.12	.032	−2.77	.032*
GO Alfa 9.5–11 Hz	3.1	2.08	6.32	7.07	.071	.30	.888
GC Beta 13–20 Hz	7.64	3.73	14.1	8.33	.004	−6.49	.004**
'Después' del experimento							
GO Theta 4–8 Hz	12.1	3.67	16.3	6.28	.019	−4.15	.019*
GC Theta 4–5.5 Hz	4.77	1.85	5.86	1.77	.070	−.642	.658
GO Theta 4–5.5 Hz	5.08	1.59	7.08	3.12	.020	−1.99	.020*
GO Theta 5.5–7 Hz	3.88	1.27	5.39	2.2	.015	−1.51	.015*
%GC Alfa 8–13 Hz	59.5	18.7	48.4	17.9	.070	2.67	.395
%GC Alfa 11–13 Hz	13.7	7.48	10	3.44	.052	.07	.966
GC Beta 13–20 Hz	10.3	4.45	14.2	7.67	.065	−.06	.979

Nota: $*p < .05$, $**p < .01$
EC — ojos cerrados, EO — ojos abiertos, % — potencia relativa

arrojaron diferencias significativas únicamente en la condición 'antes' del grupo de jóvenes, lo que sugiere que los Grupos 1 y 2 no estaban bien equilibrados inicialmente. El Grupo 1 exhibió mayor potencia en los ritmos más lentos (theta y banda baja de alfa), lo que indica un nivel menor de excitación, mientras que el Grupo 2 mostró mayor nivel de potencia en el rango alfa más alto. La mayor envergadura de los cambios en el Grupo 2 podrían ser indicativos de fatiga cognitiva debido a las tareas intelectuales realizadas durante el experimento. En los subgrupos de

adultos, el Grupo 3 exhibió cambios significativos en todos los rangos del EEG, con incrementos notables en las bandas alfa y beta, pero con un descenso en la potencia theta más baja. El ANOVA reveló diferencias significativas entre los Grupos 3 y 4 antes y después del experimento, con ausencia de cambios significativos en el Grupo 4. Este resultado podría indicar fuertes diferencias individuales entre los participantes.

Antes del experimento se observaron diferencias en los parámetros del EEG: el Grupo 3 exhibió un nivel bajo de potencia en los ritmos lentos (theta y alfa) y beta, indicando un nivel más alto de ansiedad inicial. El incremento posterior de la potencia de los ritmos alfa y la banda alta de theta sugieren que el Grupo 3 experimentó una reducción significativa de la ansiedad tras la reflexión. Estos resultados concuerdan con parte de la literatura, pero contradicen los de otros estudios. La autorreferencia implica que las personas reflexionan sobre sus atributos (D'Argembeau et al., 2007; Kim & Johnson, 2015; Knyazev, 2013; Knyazev et al., 2012; Krause et al., 2021; Levorsen et al., 2023; Meyer & Lieberman, 2018; Mu & Han, 2010; Salvador et al., 2020). Diversos estudios muestran que la autorreferencia implica a la red neuronal por defecto (RND), que se activa cuando las personas no están centradas en tareas externas. Un nivel más elevado de potencia theta se vincula a las tareas de la memoria de trabajo y a la discriminación emocional (Aftanas & Golocheikine, 2001). La investigación apunta a una correlación positiva entre la sincronización theta frontal y la autorreferencia durante la recuperación de rasgos de la personalidad (Mu & Han, 2010), lo que sugiere la existencia de conexiones entre la reflexión sobre la personalidad, la memoria y las actitudes emocionales en nuestro estudio.

No obstante, en esos estudios no se investigaron los procesos de reflexión de forma independiente de otros procesos mentales y, en particular, de la memoria y las emociones.

Klimesch (1996) comparó los cambios en la actividad de la banda theta asociada a palabras recordadas o no recordadas durante la recuperación y observó que las palabras recuperadas satisfactoriamente implicaban un mayor grado de sincronización de la banda theta durante la codificación. En este estudio, el aspecto de la memoria que desempeña un papel importante en la reflexión, y especialmente en la memoria retrospectiva, es de especial importancia para nosotros.

Estudios previos sugieren que el ritmo theta frontal podría localizarse en la corteza cingulada anterior o en la corteza medial frontal (Asada et al., 1999; Scheeringa et al., 2009), utilizando simultáneamente grabaciones de EEG y fMRI, observamos correlaciones negativas significativas entre la actividad medial frontal y las oscilaciones theta en reposo, lo que sugiere que la actividad theta podría considerarse un índice EEG de la actividad de la RND.

La modulación de la actividad de banda theta bajo la influencia de una tarea autorreferencial (a la que nos referimos como reflexión) observada en nuestro estudio es coherente con los resultados de la literatura que muestran un incremento de la activación del ritmo theta durante los juicios personales (Fossati et al., 2004).

Por tanto, un descenso general en la potencia del ritmo theta podría indicar un estado asociado con la RND. Sin embargo, un incremento de potencia en el rango superior del ritmo theta podría indicar la inclusión en la tarea autorreferencial. Así pues, tras completar el acto de reflexión, en la actividad cerebral del EEG permanece un 'vestigio' correspondiente a los indicadores obtenidos por los investigadores durante el acto de reflexión, la reacción al estímulo presentado. En general, la influencia de la reflexión en el sistema nervioso es mayor en el rango superior del ritmo theta.

Las oscilaciones alfa (y posiblemente theta) se relacionan positivamente con la RDN y con procesos autorreferenciales, y negativamente con los procesos de atención. Asimismo, se observa un descenso en el ritmo alfa durante el procesamiento de información externa relacionada con el yo (Knyazev, 2013).

Para estudiar los procesos relacionados con la reflexión (autorreferencia), el ritmo alfa es de gran interés; su incremento se identifica con la

atención dirigida internamente y, en consecuencia, el procesamiento de información autorreferencial durante el juicio sobre uno mismo (Benedek et al., 2014; Klimesch, 1999; Klimesch et al., 2007).

Por tanto, la atención en tanto que autodirección en la personalidad fue incluida en la reflexión.

Indicaciones previas indican que la potencia espectral de la banda alfa superior (10.5–13 Hz) refleja si la atención está dirigida hacia el interior o el exterior (Doppelmayr et al., 2008; Klimesch, 2012). En particular, al observar objetos externos, disminuye la potencia de banda alfa superior, un fenómeno denominado supresión alfa (Benedek et al., 2014; Klimesch, 2012; Ray & Cole, 1985). Esta supresión ocurre durante las tareas que requieren atención hacia el exterior, como el procesamiento de frases o la observación social (Perry et al., 2011; Salvador et al., 2020). Y al contrario, la potencia superior alfa incrementa con un mayor nivel de atención interna, como se observa cuando los participantes cierran los ojos para minimizar los estímulos externos (Ray & Cole, 1985). Nuestros resultados revelan un incremento significativo en la potencia alfa inferior, indicando un enfoque en la reflexión externa en lugar de interna, debido a las tareas escritas y al conocimiento de los participantes de estar siendo observados.

La actividad de alta frecuencia (ritmos beta y gamma) también está vinculada a los procesos autorreferenciales. En el estudio realizado por Mu y Han (2010), los autores observaron que los estímulos relevantes para el yo suscitaban mayor respuesta en los rangos beta y gamma que los no relevantes para el yo. Klein et al. (2002) observaron que el procesamiento autorreferencial implica la correlación de estímulos con el conocimiento semántico relacionado con el yo. Herrmann et al. (2004) sugirieron que las oscilaciones de alta frecuencia mediaban la comparación del contenido de la memoria con información relacionada con el estímulo. Por tanto, el incremento notable en el ritmo beta durante nuestra tarea de reflexión está relacionado con la atribución de imágenes arquetípicas a sí mismo en la metodología MIRR.

Conclusión

Así pues, podemos concluir que el proceso de reflexión, o autorreferencia, que coincide con nuestra interpretación de la reflexión realizada durante la aplicación de la técnica MIRR, está representado por mecanismos cerebrales específicos a nivel del sistema nervioso central. Este efecto o estos mecanismos están relacionados con un descenso de potencia en las bandas inferior y media del ritmo theta y con un incremento en la banda superior del ritmo theta (7–8 Hz), así como con un incremento en la potencia en las bandas alfa inferior y beta. Al mismo tiempo, la mayor expresión de esta tendencia se observa en los participantes de más edad. Con los más jóvenes, los cambios principales se caracterizan por un incremento en la potencia del ritmo alfa.

Debido a la especificidad etaria de la reflexión, podemos hipotetizar sobre su mayor influencia a partir de los 22 años y en adelante, lo que es coherente con nuestros estudios psicológicos anteriores sobre la reflexión (Sizikova & Durachenko, 2018a, 2018b). Estos resultados se ven corroborados en el presente estudio electrofisiológico.

Resumen final

Hemos determinado que las opiniones de Vygotski son importantes para comprender la esencia de la reflexión, así como su lugar y funciones en la psique. Hemos identificado un 'núcleo' estable de opiniones que forman las bases de otros estudios y una carcasa intercambiable que dio pie a otros estudios. Esto nos permitió armonizar los términos cuya carga semántica corresponde al significado del concepto de reflexión revelado por Vygotski en la psicología histórico-cultural.

Un elemento significativo de nuestro estudio es la conexión entre reflexión y funciones mentales. Nuestros datos revelan un descenso en el ritmo theta inferior y medio y un incremento en las bandas theta superior (7–8 Hz), alfa inferior y beta, lo que apunta al vínculo entre memoria, creatividad, percepción y pensamiento. Estos resultados corroboran los de

estudios electrofisiológicos previos que sitúan la influencia de la reflexión en las estructuras corticales medias, y especialmente en la corteza prefrontal medial (MPFC/BA 10). Los procesos autorreferenciales suelen estar asociados con la RND y nuestros resultados son coherentes con esta relación. Sin embargo, hemos aplicado la técnica IRRM, más compleja, que activa el componente creativo de la reflexión, vinculando nuestros resultados con los de estudios sobre la creatividad.

Los datos indican que en nuestro estudio, el proceso de reflexión se caracteriza por una mayor orientación hacia el mundo exterior. Esto puede explicarse tanto por la forma escrita de la tarea y por el hecho de que tras el acto de reflexión, un acto hacia el interior, tiene lugar la externalización, un giro hacia el exterior.

Podemos asumir que los participantes no vincularon el proceso de atribución de las imágenes IRRM y el rendimiento de la tarea con sus esfuerzos intelectuales. Aparentemente, la tarea experimental no estaba relacionada con recursos cognitivos significativos, sino que se caracterizaba por la activación de la RND. Por tanto, es probable que el uso de la técnica IRRM implique con mayor intensidad la red de actividad cerebral pasiva relacionada con momentos en los que la persona está relajada y realizando una tarea cognitiva. Hemos denominado a este estado 'libre de tensión'. Desde esta perspectiva, nuestro trabajo es un buen complemento y amplía los resultados de estudios previos.

Algunos científicos afirman que no merece la pena identificar procesos integrados complejos como los autorreferenciales o la RND con oscilaciones cerebrales específicas, puesto que podrían estar implicadas distintas oscilaciones en función del contexto situacional y el tipo de procesos autorreferenciales (Knyazev, 2013). Podemos extraer esta conclusión en el estudio de aspectos individuales de la reflexión. El presente estudio supera esta limitación. Se pretendía investigar la influencia de la reflexión personal plena, que aborda la mayoría de los contextos distribuidos en dirección hacia el 'Yo', el 'Otro' y el 'Mundo' (relaciones con valores universales y el mundo como tal). Eso nos permitió identificar fronteras claras sobre la influencia de la reflexión.

Confirmamos nuestro supuesto sobre una mayor influencia de la reflexión en el sistema nervioso central de las personas a partir de los 22 años.

En general, nuestro estudio confirma los resultados disponibles de otros estudios y aporta conocimientos nuevos en torno a la reflexión, identificando su impacto en el sistema nervioso central. Estos resultados pueden aplicarse al diseño de prácticas sociales, especialmente en psicoterapia, asesoramiento psicológico y en el proceso de formación.

Declaration of conflicting interests / *Declaración de conflicto de intereses*

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article. / *El (Los) autores declara(n) que no existen posibles conflictos de intereses con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.*

Funding / *Financiación*

The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Research project 075-15-2024-526) "Development of scientific foundations for effective technologies incorporating innovative modules for comprehensive medical-psychological and interdisciplinary rehabilitation, habilitation, resocialization, and readaptation of veterans and combat participants, their family members, and other affected categories of the population". / *El estudio fue apoyado por el Ministerio de Ciencia y Educación Superior de la Federación de Rusia (Proyecto de investigación 075-15-2024-526) "Desarrollo de fundamentos científicos para tecnologías efectivas que incorporan módulos innovadores para la rehabilitación integral médico-psicológica e interdisciplinaria, habilitación, resocialización y readaptación de veteranos y participantes en combate, sus familiares y otras categorías afectadas de la población".*

ORCID iDs

Irina Polikanova https://orcid.org/0000-0002-5323-3487

Sizikova Tatyana Eduardovna https://orcid.org/0000-0001-7889-2043

References / *Referencias*

Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: High-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, *310*(1), 57–60. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02094-8

Asada, H., Fukuda, Y., Tsunoda, S., Yamaguchi, M., & Tonoike, M. (1999). Frontal midline theta rhythms reflect alternative activation of prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in humans. *Neuroscience Letters*, *274*(1), 29–32. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00679-5

Balioz, N. V., & Krivoshchekov, S. G. (2012). Individual typological features in the EEG of athletes after acute hypoxic treatment. *Human Physiology*, *38*(5), 470–477. https://doi.org/10.1134/S0362119712050027

Başar, E. (2008). Oscillations in 'brain–body–mind'—A holistic view including the autonomous system. *Brain Research*, *1235*, 2–11. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.06.102

Bazanova, O. M. (2011). Individual alpha peak frequency variability and reproducibility in various experimental conditions. *Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni IP Pavlova*, *61*(1), 102–111.

Belasheva, I. V., & Ermakov, P. N. (2023). Emotional health of personality: Methodology for measuring difficulties of personal reflection of emotions. *Russian Psychological Journal*, *20*(3), 66–96. https://doi.org/10.21702/rpj.2023.3.4

Benedek, M., Schickel, R. J., Jauk, E., Fink, A., & Neubauer, A. C. (2014). Alpha power increases in right parietal cortex reflects focused internal attention. *Neuropsychologia*, *56*, 393–400. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.02.010

Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S. F., Rao, S. M., & Cox, R. W. (1999). Conceptual processing during the conscious resting state: A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*(1), 80–93. https://doi.org/10.1162/089892999563265

Cantero, J. L., & Atienza, M. (2005). The role of neural synchronization in the emergence of cognition across the Wake-Sleep cycle. *Reviews in the Neurosciences*, *16*(1), 69–84. https://doi.org/10.1515/revneuro.2005.16.1.69

Crocker, J., & Knight, K. M. (2005). Contingencies of self-worth. *Current Directions in Psychological Science*, *14*(4), 200–203. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00364.x

D'Argembeau, A., Ruby, P., Collette, F., Degueldre, C., Balteau, E., Luxen, A., Maquet, P., & Salmon, E. (2007). Distinct regions of the medial prefrontal cortex are associated with self-referential processing and perspective taking. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(6), 935–944. https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.6.935

Decety, J., & Sommerville, J. A. (2003). Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(12), 527–533. https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.004

Doppelmayr, M., Finkenzeller, T., & Sauseng, P. (2008). Frontal midline theta in the pre-shot phase of rifle shooting: Differences between experts and novices. *Neuropsychologia*, *46*(5), 1463–1467. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.026

Fingelkurts, A. A., & Fingelkurts, A. A. (2010). Short-term EEG spectral pattern as a single event in EEG phenomenology. *The Open Neuroimaging Journal*, *4*, 130–156. https://doi.org/10.2174/1874440001004010130

Fomina, T., Weichwald, S., Synofzik, M., Just, J., Schöls, L., Schölkopf, B., & Grosse-Wentrup, M. (2017). Absence of EEG correlates of self-referential processing depth in ALS. *PLOS ONE*, *12*(6), Article e0180136. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180136

Fomina, T. G., Bondarenko, I. N., & Morosanova, V. I. (2023). Conscious self-regulation, school engagement and academic performance in adolescents: Differential psychological aspect. RUDN *Journal of Psychology and Pedagogics*, *20*(3), 560–577. https://doi.org/10.22363/2313-1683-2023-20-3-560-577

Fossati, P., Hevenor, S. J., Lepage, M., Graham, S. J., Grady, C., Keightley, M. L., Craik, F., & Mayberg, H. (2004). Distributed self in episodic memory: Neural correlates of successful retrieval of self-encoded positive and negative personality traits. *NeuroImage*, *22*(4), 1596–1604. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.03.034

Greicius, M. D., Krasnow, B., Reiss, A. L., & Menon, V. (2003). Functional connectivity in the resting brain: A network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(1), 253–258. https://doi.org/10.1073/pnas.0135058100

Herrmann, C. S., Munk, M. H. J., & Engel, A. K. (2004). Cognitive functions of gamma-band

activity: Memory match and utilization. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(8), 347–355.

Karpov, A. V. (2003). Reflexivity as a mental property and the methodology of its diagnostics. *Psychological Journal*, *24*(5), 45–57.

Kim, K., & Johnson, M. K. (2015). Activity in ventromedial prefrontal cortex during self-related processing: Positive subjective value or personal significance? *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *10*(4), Article 4. https://doi.org/10.1093/scan/nsu078

Klein, S. B., Cosmides, L., Tooby, J., & Chance, S. (2002). Decisions and the evolution of memory: Multiple systems, multiple functions. *Psychological Review*, *109*(2), 306–329. https://doi.org/10.1037/0033-295X.109.2.306

Klimesch, W. (1996). Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. *International Journal of Psychophysiology*, *24*(1–2), 61–100. https://doi.org/10.1016/S0167-8760(96)00057-8

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, *29*(2–3), 169–195. https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(12), 606–617. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.007

Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition–timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, *53*(1), 63–88. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003

Knyazev, G. G. (2013). EEG correlates of self-referential processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, Article 264. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00264

Knyazev, G. G., Savostyanov, A. N., Volf, N. V., Liou, M., & Bocharov, A. V. (2012). EEG correlates of spontaneous self-referential thoughts: A cross-cultural study. *International Journal of Psychophysiology*, *86*(2), Article 2. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.09.002

Kraus, B., Cadle, C., & Simon-Dack, S. (2019). EEG alpha activity is moderated by the serial order effect during divergent thinking. *Biological Psychology*, *145*, 84–95. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.04.003

Krause, C. M., Viemerö, V., Rosenqvist, A., Sillanmäki, L., & Åström, T. (2000). Relative electroencephalographic desynchronization and synchronization in humans to emotional film content: An analysis of the 4–6, 6–8, 8–10 and 10–12 Hz frequency bands. *Neuroscience Letters*, *286*(1), 9–12. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(00)01092-2

Leonov, S. V., Yakushina, A. A., Polikanova, I. S., & Klimenko, V. A. (2021). Relationship of internet-dependent behavior, intellectual development and cultural congruence in primary school children. *Sibirskiy Psikhologicheskiy Zhurnal – Siberian Journal of Psychology*, *81*, 215–227. https://doi.org/10.17223/17267081/81/11 (In Russian; English summary available)

Leontiev, D. A., & Osin, E. H. (2014). Reflection 'good' and 'bad': From explanatory model to differential diagnosis. *Psychology: Journal of the Higher School of Economics*, *11*(4), 110–135.

Levorsen, M., Aoki, R., Matsumoto, K., Sedikides, C., & Izuma, K. (2023). The self-concept is represented in the medial prefrontal cortex in terms of self-importance. *The Journal of Neuroscience*, *43*(20), 3675–3686. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2178-22.2023

Lisina, M. I. (2009). *Formation of the child's personality in communication*. Peter.

McConnell, A. R. (2011). The Multiple Self-Aspects Framework: Self-concept representation and its implications. *Personality and Social Psychology Review*, *15*(1), 3–27. https://doi.org/10.1177/1088868310371101

McKiernan, K. A., D'Angelo, B. R., Kaufman, J. N., & Binder, J. R. (2006). Interrupting the 'stream of consciousness': An fMRI investigation. *Neuro Image*, *29*(4), 1185–1191. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.09.030

Meyer, M. L., & Lieberman, M. D. (2018). Why people are always thinking about themselves: Medial prefrontal cortex activity during rest primes self-referential processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *30*(5), 714–721. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01232

Mitchell, J. P., Macrae, C. N., & Banaji, M. R. (2006). Dissociable medial prefrontal contributions to judgments of similar and dissimilar others. *Neuron*, *50*(4), 655–663. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.03.040

Mu, Y., & Han, S. (2010). Neural oscillations involved in self-referential processing. *NeuroImage*, *53*(2), 557–564. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.07.008

Naaman, M., Boase, J., & Lai, C.-H. (2010). *Is it really about me?: Message content in social awareness streams* [Conference session]. Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported

Cooperative Work, Savannah, GA (pp. 189–192). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/1718918.1718953

Perry, A., Stein, L., & Bentin, S. (2011). Motor and attentional mechanisms involved in social interaction—Evidence from mu and alpha EEG suppression. *NeuroImage*, *58*(3), 895–904. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.060

Raichle, M. E. (2015). The brain's default mode network. *Annual Review of Neuroscience*, *38*(1), 433–447. https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030

Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *98*(2), 676–682. https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.676

Raichle, M. E., & Snyder, A. Z. (2007). A default mode of brain function: A brief history of an evolving idea. *NeuroImage*, *37*(4), 1083–1090. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.041

Ray, W. J., & Cole, H. W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, *228*(4700), 750–752. https://doi.org/10.1126/science.3992243

Salvador, C. E., Kraus, B. T., Ackerman, J. M., Gelfand, M. J., & Kitayama, S. (2020). Interdependent self-construal predicts reduced sensitivity to norms under pathogen threat: An electrocortical investigation. *Biological Psychology*, *157*, Article 107970. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107970

Scheeringa, R., Petersson, K. M., Oostenveld, R., Norris, D. G., Hagoort, P., & Bastiaansen, M. C. M. (2009). Trial-by-trial coupling between EEG and BOLD identifies networks related to alpha and theta EEG power increases during working memory maintenance. *NeuroImage*, *44*(3), 1224–1238. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.08.041

Singh, K. D., & Fawcett, I. P. (2008). Transient and linearly graded deactivation of the human default-mode network by a visual detection task. *NeuroImage*, *41*(1), 100–112. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.01.051

Sizikova, T. E. (2018). *Reflexive psychological counseling*. Izd-e NSPU.

Sizikova, T. E., & Durachenko, O. A. (2018a). Psychodiagnostic methods of reflection as a method of reflection development. Part 1. *Vestnik Yaroslavl State University Im. P. G. Demidov. Series Humanitarian Sciences*, *46*(3), 81–86.

Sizikova, T. E., & Durachenko, O. A. (2018b). Psychodiagnostic methods of reflection as a method of reflection development. Part 2. *Vestnik Yaroslavl State University Im. P. G. Demidov. Series Humanitarian Sciences*, *46*(4), 86–91.

Smirnova, E. O. (2009). Psychology of infancy from the position of M. I. Lisina's concept. *Theoretical and Experimental Psychology*, *2*(2), 35–41.

Suroedova, E. A., Davydova, M. A., & Grishina, A. V. (2023). Young people and the internet: Subjective factors in choosing online behavior strategies. *Russian Psychological Journal*, *20*(3), 29–47. https://doi.org/10.21702/rpj.2023.3.2

Symons, C. S., & Johnson, B. T. (1997). The self-reference effect in memory: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *121*(3), 371–394. https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.3.371

Tamir, D. I., & Mitchell, J. P. (2013). Anchoring and adjustment during social inferences. *Journal of Experimental Psychology: General*, *142*(1), 151–162. https://doi.org/10.1037/a0028232

Vilenskaya, G. A., Lebedeva, E. I., & Ulanova, A. Y. (2023). Social competence of adolescents: The role of social cognition and behavior control. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, *20*(3), 588–608. https://doi.org/10.22363/2313-1683-2023-20-3-588-608

Vogeley, K., & Fink, G. R. (2003). Neural correlates of the first-person perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(1), 38–42. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)00003-7

Vygotsky, L. S. (1984). *Collected works: In 6 vols* (D. B. Elkonin, Ed.). Pedagogika.

Vygotsky, L. S. (1999). *Thinking and speech*. Labyrinth.