



**La Responsabilidad como
imperativo Bioético:
Asociación entre alteraciones de la
Actividad Eléctrica Cerebral
y el Trastorno Específico del
Aprendizaje en niños de 6 a 10 años**

**Dra. María de la luz Sevilla González
M.C. Margarita Monire Gómez Valdez
Instituto Politécnico Nacional**

**Dr. Emilio Arch Tirado
Centro Médico ABC**

**Dra. María Guadalupe Leyva Cárdenas
Instituto Nacional de Rehabilitación**

Abstract

Background: Specific Learning Disorder (SLD) is the presence of continuous learning problems of key academic skills such as reading, writing and mathematics in the absence of hearing, vision and cognition disorders in children from 6 to 10 years old with exposure to primary education, this being one of the most common neurological disorders in children from 6 to 10 years old, with a prevalence of 5 to 15%. Currently in Mexico 5 out of 10 schoolchildren who finish primary school fail to acquire learning for communication. Therefore, this study aimed to describe the association between alterations in brain electrical activity in subjects with a diagnosis of SLD from 6 to 10 years old. **Material and Methods:** A case-control study was conducted, with 63 subjects diagnosed with ASD of both sexes, Spanish as their mother tongue, with no history of neurological risk and 31 matched controls, who underwent electroencephalogram (EEG). **Results:** 76% of the evaluated cases were male and 24% female, 37.1% were 7 years old, attending the 2nd grade, 37.8% of the parents of these children with maximum secondary education with socioeconomic marginal in 52.23%; the electroencephalogram in 55% of the cases was altered vs 4% of the control group, the main alteration being the interhemispheric asymmetry of the rhythm 58.8%. **Conclusions:** SLD is an alteration, of which, there is most likely an under-registration in developing countries, therefore, it demands the prompt specialized attention of a multidisciplinary medical team and awareness of its existence by the educational system. who works with this age group.

Keywords

Learning, Childhood, Electroencephalogram,

Education.

Introducción

La investigación que aquí se presenta es ejemplo de la búsqueda de respuestas en investigación sobre la posible confusión que hay entre el Trastorno Específico del Aprendizaje (TEA) con las alteraciones en la actividad eléctrica cerebral. La electroencefalografía (EEG) es una exploración neurofisiológica basada en la captación, análisis y posterior interpretación de la actividad bioeléctrica cerebral. Las primeras captaciones de esta actividad cerebral se obtuvieron en 1920 por el psiquiatra alemán Hans Berger quien afirmaba que el cerebro humano emite ondas sinusoidales conocidas como alpha en sujetos despiertos con los ojos cerrados en un estado de relajación. Actualmente el análisis de la función cerebral por medio del EEG puede señalar el compromiso neurológico y funcional, con una sensibilidad del 47%, una especificidad del 83% y con un valor predictivo positivo del 40% y negativo del 80% por lo que brinda un apoyo topográfico del funcionamiento neuronal del paciente (Merino 2007).

Cuando se realiza un EEG se pretende registrar una señal de la actividad eléctrica en cada región cerebral, realizando un estudio y análisis de los campos eléctricos cerebrales (topografía, polaridad y su variación espacial temporal) mediante la amplificación de la diferencia de potencial.

El aprendizaje es una de las funciones mentales superiores más importantes ya que permite la adaptación al medio, adquirir el conocimiento y, a largo plazo construir una historia como seres únicos en la naturaleza. Entre las estructuras cerebrales implicadas en el aprendizaje se encuentran la corteza prefrontal cuya importancia

radica en el funcionamiento de procesos atencionales y de memoria de trabajo; y la corteza temporoparietoccipital la cual es fundamental para procesos de asociación de los sentidos con la memoria y el aprendizaje.

El Trastorno Específico del Aprendizaje (TEA) definido como es aquella patología del neurodesarrollo la cual debe cumplir cuatro criterios específicos basándose en una síntesis y estudio clínico detallado (American Psychiatric Association, 2014):

1. Dificultad en el aprendizaje y en la utilización de las aptitudes académicas, una de las siguientes seis características, durante mínimo 6 meses, a pesar de las intervenciones dirigidas.
 - A. Lectura de palabras imprecisa o lenta con esfuerzo.
 - B. Dificultad para comprender el significado de lo que lee.
 - C. Dificultades ortográficas.
 - D. Dificultades para la expresión escrita.
 - E. Dificultades para dominar el sentido numérico, los datos numéricos o el cálculo.
 - F. Dificultades con el razonamiento matemático.
2. Las aptitudes académicas afectadas están sustancialmente y en grado cuantificable por debajo de lo esperado para la edad cronológica del individuo e interfieren significativamente con el rendimiento académico o laboral, o con las actividades de la vida cotidiana.
3. Las dificultades de aprendizaje comienzan en la edad escolar, pero puede no manifestarse totalmente hasta que las

demandas de las aptitudes académicas afectadas superan las capacidades limitadas del individuo.

4. Las dificultades de aprendizaje no se explican mejor por discapacidades intelectuales, trastornos visuales o auditivos no corregidos, otros trastornos mentales o neurológicos, adversidad psicosocial, falta de dominio en el lenguaje, de instrucción académica o directrices educativas inadecuadas.

El TEA se relaciona con una base fisiológica y estructural del cerebro condicionando a la disminución de la actividad beta la cual se encuentra implicada en actividades mentales intensas como en el aprendizaje (Bosch-Bayard, 2018), caracterizándose por ser las ondas de mayor amplitud y velocidad; y aumento de la actividad theta, la cual se presenta en estado de calma profunda del cerebro, reportándose esto como asincronía y asimetría del ritmo basal (Aziz, 2018). A pesar de esto se reporta (Arviv, 2016) que existe un porcentaje de sujetos sanos con alteraciones electroencefalográficas del 2.8 % de la población.

Según (Moll, 2014) las alteraciones en la actividad eléctrica cerebral tales como el aumento de ondas delta y theta de manera bihemisférica persisten asintomáticos con TEA, actualmente se tienen estandarizadas las características de la actividad eléctrica cerebral en sujetos sanos en este grupo de edad, refiriendo a los trastornos de aprendizaje como uno de las alteraciones neurológicas más comunes en niños de 6 a 10 años. También (Smith, 2015) se ha realizado pruebas de aprendizaje a niños con alteraciones en la actividad eléctrica cerebral en regiones temporales, frontales y parietales, mostrando la persistencia en

alteraciones de lectura a pesar de administrarse el tratamiento indicado para cada alteración, el compromiso en el aprendizaje persistía.

La prevalencia del TEA es del 5 al 15 %, (SEP, 2014) en México 5 de cada 10 estudiantes que egresan de la educación primaria no lograron adquirir los aprendizajes necesarios para su comunicación y su desarrollo profesional.

(Cunha, 2020) reportan que los niños con trastorno específico de aprendizaje exhiben un perfil alterado del procesamiento cognitivo, es sensible al nivel de educación de los padres.

Es urgente realizar investigación en este campo debido al subregistro de los datos y la necesidad de influir directamente en el futuro académico, laboral, familiar y emocional de los niños con este trastorno, así como el impacto en su calidad de vida y en su núcleo familiar a corto y largo plazo; ya que, al formar parte de un país cuyo impacto en la economía del país es de vital importancia, son necesarias intervenciones diagnósticas y rehabilitatorias a esta patología para mejorar la contribución de este grupo vulnerable.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar si los pacientes con Trastorno Específico de Aprendizaje tienen mayor riesgo de presentar Asincronía del ritmo basal y Asimetría de ritmo en la Actividad Eléctrica Cerebral descrita mediante el Electroencefalograma que los sujetos sanos.

Material y Métodos

Se realizó un estudio casos y controles, de agosto del 2018 a marzo del 2020, se

contó con la aprobación del comité de investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación a 63 sujetos diagnosticados con TEA de ambos sexos, como lengua materna el español, sin antecedentes de riesgo neurológico, y 31 controles pareados por edad y sexo, se incluyeron en ambos grupos a aquellos sujetos que hayan aceptado participar en el proyecto de investigación a través de un consentimiento y asentimiento informado y se les realizó EEG el cual fue evaluado por un neurofisiólogo cegado. Se realizó cálculo de tamaño de muestra para detectar un Odds Ratio (OR) significativamente deferente. El análisis estadístico fue realizado en el paquete estadístico SPSS para determinar los valores descriptivos, el OR y se realizó un modelo de regresión logística para determinar la probabilidad que un sujeto en base a ciertas variables tenga la posibilidad de contar con alguna alteración en el EEG.

Resultados

Se obtuvo una n de 62 sujetos con TEA y 31 sujetos sanos pareados por edad y grado escolar 2:1. Del grupo de los casos el 24 % fueron mujeres y el 76 % fueron hombres, el 9.68 % cursa el primer grado de primaria, 37.1 % cursa el segundo grado, el 25.8 % cursa el tercer grado, el 17.75 % cursan el cuarto grado y el 9.68 % cursan el quinto grado.

La escolaridad de los padres de los casos, el 2.42 % son analfabetas, el 18.55 % cursaron hasta la escuela primaria, el 38.7 % cursaron hasta la escuela secundaria, el 29.04 % cursaron hasta la preparatoria, el 10.49 % cursaron una licenciatura y el 0.8 % cursaron hasta el posgrado. Respecto al nivel socioeconómico el 35.49 % de los sujetos corresponde al Nivel 1 "Marginal", el 52.23 % corresponden al nivel 2 "Bajo

inferior”, el 8.07% corresponde al Nivel 3 “Bajo Superior”, el 1.62% corresponde al nivel 4 “Medio” y el 1.62% corresponde al nivel 5 “Alto”.

En cuanto al resultado del electroencefalograma el 45% de los casos resultó en parámetros de normalidad y el 55% resultó anormal, en el caso de los controles el 4% resultó anormal y el resto en parámetros de normalidad. Las alteraciones electroencefalográficas encontradas en los casos se muestran en la Tabla 1, la cual refleja que la alteración con mayor presentación fue la Asimetría interhemisférica del ritmo con 58.8% de las cuales el 44.1% predominó en asimetría de menor amplitud en hemisferio izquierdo, comparada con el 8.8% en hemisferio derecho o el 5.8% de la asimetría de mayor amplitud en hemisferio izquierdo. Otras de las alteraciones con mayor presentación en los casos fueron la Inmadurez en la Organización y la Regulación de la Actividad Eléctrica Cerebral con un 29.4%, la Desorganización Generalizada con el 26.7% y la Lentificación de tipo difusa en 20.5%. La Asincronía predominó en un 17.6% en su mayoría en hemisferio derecho; así como la Hiperexcitabilidad cortical estuvo presente en el 11.7% de los sujetos. Por último, el 5.8% de los casos se encuentran con actividad epileptiforme difusa.

En el caso de los controles, del 4% que fueron encontrados Bona alguna alteración asintomática, el 2.7% presentaron hiperexcitabilidad cortical y el 0.3% Asincronía hemisférica derecha.

La prevalencia de EEG alterado en niños con TEA es de 55%, mientras que la prevalencia de EEG alterado en niños sanos es del 6%. Existe una mayor ocurrencia de alteraciones en el EEG en población con

TEA en comparación con los niños sanos. Resultando un Odds Ratio: 0.05 y una Razón de Momios:18.12

Se realizó un modelo de regresión logística para ayudar a los lectores de este estudio a conocer el porcentaje de posibilidad que tiene un niño de resultar con alguna alteración electroencefalográfica en base a las variables de edad, sexo, instrucción, nivel socioeconómico y escolaridad de los padres.

Tabla 1. Alteraciones Electroencefalografías encontradas en los casos

Alteración	Porcentaje	Alteración	Porcentaje
Asimetría interhemisférica del ritmo	58.8%	Lentificación	20.5%
Menor amplitud		Difusa	14.7%
Derecha	8.8%	Frontal	2.9%
Izquierda	44.1%	Temporoparietooccipital	2.9%
Mayor amplitud		Asincronía	17.6%
Derecha	0%	Derecha	11.7%
Izquierda	5.8%	Izquierda	5.8%
Inmadurez en la Organización y Regulación de la AEC	29.4%	Hiperexcitabilidad cortical	11.7%
Desorganización generalizada	26.7%	Actividad epileptiforme difusa	5.8%

Tabla 2. Alteraciones Electroencefalográficas encontradas en los controles

Alteración	Porcentaje
Hiperexcitabilidad cortical	2.7 %
Asincronía derecha	0.3 %

Tabla 3. Tabla de contingencia de casos y controles

	EEG Alterado	EEG Normal	Total
TEA	35	28	63
No TEA	2	29	31
Total	37	57	94

Discusiones

Las comparaciones estadísticas entre sujetos con TEA y los sanos han llevado a resultados interesantes e importantes. Los resultados más significativos se encontraron entre los datos electroencefalográficos de los sujetos con TEA, concordando con los datos proporcionados en el estudio de (Bosch-Bayard, 2018) encontrado un 55% de anormalidad contra un 4% en sujetos sanos. Si bien se ha reportado un porcentaje del 1-5% de alteraciones electroencefalográficas en sujetos asintomáticos, es importante considerar que el ambiente en que los niños en edad escolar se desarrollan, es crucial para la estimulación cerebral necesaria para el aprendizaje, tal como se reporta (Cunha, 2020), los niños con trastorno específico de aprendizaje exhiben un perfil alterado del procesamiento cognitivo, que es sensible al nivel de educación de los padres, tal como resultó en esta investigación el 59.67% de los padres de los casos son analfabetas o cuentan con la educación secundaria como máximo; aunado a que el 87.72% tienen un nivel socio-económico de marginal a bajo según la evaluación de nivel socioeconómico, el por lo que se pueden considerar como una posible explicación, la presencia de estos factores claves para el desarrollo y estimulación de los niños en edad escolar; posteriormente en trabajos consecutivos, se podría valorar otros aspectos familiares tales como el tipo de alimentación, el Coeficiente Intelectual de los padres, etc.

En esta investigación se analizó que los niños que cursan el 2° de primaria acuden a recibir atención médica por el especialista en aprendizaje, más que los niños del primer grado; por lo que suponemos que los profesores y los padres parecen pasar por alto las necesidades de estos niños durante el primer grado escolar, y por lo

tanto, son referidos a los servicios médicos, en el mejor de los casos, cuando están en el segundo grado de primaria; y se dice “en el mejor de los casos” ya que, para los niños de 7 años, aún existen las condiciones propicias tanto en su neurodesarrollo como en la efectividad de las herramientas hasta la fecha desarrolladas para la rehabilitación de niños con TEA; pero conforme pase el tiempo, es aún más difícil el avance hacia la mejoría, que podría darse en edades más tempranas. Es ahí donde radica la importancia de la detección oportuna tanto por el profesor, los padres y el médico que preste el seguimiento del crecimiento del niño, ya sea, médico pediatra, médico familiar, médico general, etc., por lo que éste debe ser un tema de estudio constante en escuelas públicas y privadas, facultades de medicina y sobre todo en el ámbito de legislación de los recursos para la educación, lo cuales, han de contemplar urgentemente los medios necesarios para brindar valoraciones especializadas al grueso de la población infantil, para así disminuir el subregistro de esta patología.

A lo largo de los años, desde la importante contribución de hace más de 40 años (Mechelse, 1975), el estado de la actividad eléctrica cerebral en niños con diferentes tipos de dificultades académicas, han sido un objeto de estudio de la comunidad científica, con un auge considerable en los años 90, los cuales presentaron en su momento resultados electroencefalográficos similares a los de este estudio, pero no tan dramáticos como el encontrar niños con epilepsia subdiagnosticada en un 5.8% como es en éste caso; y sin embargo, en países en vías de desarrollo, estos estudios no han tenido el impacto necesario para que el modelo educativo mejore; ahora 30 años después, nos enfrentamos a una

Edad		Sexo		Instrucción	
0	6 y 7 años	0	Mujer	0	1° y 2° primaria
1	8 a 10 años	1	Hombre	1	3° a 5° primaria
NSE		Escolaridad Madre		Escolaridad Padre	
0	Marginal	0	Analfabeta o Básica	0	Analfabeta o Básica
1	Bajo inferior o más	1	Superior o Posgrado	1	Superior o Posgrado

$$p = \frac{e^{21.203-21.231(edad)} + e^{21.203+0.2(sexo)} + e^{21.203-0.165(instruccion)} +}{1 + e^{21.203-21.231(edad)} + e^{21.203+0.2(sexo)} + e^{21.203-0.165(instruccion)} +} \\ + e^{21.203+1.007(NSE)} + e^{21.203-0.754(escmadre)} + e^{21.203+0.185(escpadre)} \\ + e^{21.203+1.007(NSE)} + e^{21.203-0.754(escmadre)} + e^{21.203+0.185(escpadre)}$$

población infantil con estimulación, modo de vida y sistema educativo diferentes, con una necesidad aún mayor de poner atención al ámbito médico de la educación, ya que, las consecuencias a corto y largo plazo se están percibiendo en del actual avance académico, económico y social del país; al seguir prestando el tipo de atención con el que hasta el momento cuentan los niños en México, la brecha se hará aún más profunda y por lo tanto su recuperación y los impactos que ésta ocasione, dejarán un huella en el desarrollo del país. Sin olvidar el aspecto emocional y psicológico de este problema de salud, ya que, al no brindar atención especializada a este grupo vulnerable de la sociedad, los estragos a corto y largo plazo podrían afectar gravemente la dinámica social en la que todos estamos inmersos.

Conclusión

En este trabajo hemos descrito las características neurofisiológicas que distinguen a los sujetos con Trastorno Específico del Aprendizaje en comparación con sujetos sanos. Más de la mitad de los sujetos con TEA demostraron prestar alteraciones en la actividad eléctrica cerebral, condicionando

un bajo rendimiento académico, problemas emocionales, discriminación y un futuro laboral y económico sombrío, aunado a un ambiente con bajo nivel socioeconómico y baja escolaridad de los padres, demostrando que, a la edad de 7 años los niños, sus profesores y sus padres buscan ayuda médica para la enfermedad que presentan, la cual ha generado una brecha considerable entre los niños sanos y los portadores del TEA, condicionando rezago educativo y social. La presencia constante de alteraciones en las habilidades académicas clave debe llamar la atención de los docentes, padres y gobierno, quienes necesitan contemplar una evaluación clínica exhaustiva a todos los niños, dadas las implicaciones terapéuticas y pronósticas a corto y largo plazo para el niño.

El presente estudio comparte un amplia visión de una necesidad en la salud de los niños en edad escolar con repercusiones sociales a gran escala, por lo que seguir en esta línea de investigación es fundamental, tanto en el aumento del tamaño de muestra como en las variables a considerar, por ejemplo, el estado nutricional de los sujetos, la velocidad de conducción de diferentes aferencias y sobre todo un seguimiento a

largo plazo del impacto del tratamiento neurológico y rehabilitatorio tanto en la esfera académica, social y emocional de estos niños.

Referencias

1. Arviv O, Medvedovsky M, Sheintuch L, Goldstein A, Shriki O. Deviations from Critical Dynamics in Interictal Epileptiform Activity. *Journal of Neuroscience*. Israel, 2016, pp 12276-12292.
2. American Psychiatric Association., et al. DSM-5: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (5a ed.). Editorial Médica Panamericana. Madrid, 2014, pp 38-41
3. Aziz, A., et al. Comparison of the Effect of Cognitive Rehabilitation and Neurofeedback on Sustained Attention Among Elementary School Students with Specific Learning Disorder: A Preliminary Randomized Controlled Clinical Trial. *Applied Psychophysiology And Biofeedback*, Iran, 2018, pp 1-8.
4. Bosch-Bayard. Clinical and Electrophysiological Differences between Subjects with Dysphonetic Dyslexia and Non-Specific Reading Delay. *Brain Sciences*, México, 2018 ppt 6-26
5. Cunha P. Auditory processing disorder evaluations and cognitive profiles of children with specific learning disorder. *Clinical Neurophysiology Practice*, Brazil, 2019, pp 119-127
6. Mechelse K. Visual and quantitative analysis of EEGs of school children, children, and school children with specific reading disability. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Russia*, 1975; pp 106-108.
7. Merino M, Martinez A. (2007). Electroencefalografía convencional en pediatría, técnica e interpretación. *Anales de Pediatría*;5(2):105-8
8. Moll, K. Specific Learning Disorder: Prevalence and Gender Differences. *Plos ONE*, Netherlands, 2014, pp 1-7.
9. Secretaria de Educación Pública. La Intervención de la Unidad de Educación Especial y Educación Inclusiva (UDEEI) en el marco de la Nueva Estructura de las Escuelas de Educación Básica. Administración Federal de servicios Educativos del distrito Federal. Secretariado Académico del Consejo Técnico de las AFSEDF. Dirección de Educación Especial. México, 2014, pp 8-14
10. Smith, A. A meta-analysis of literacy and language in children with rolandic epilepsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, London. 2015, pp 1019-1026.