

**AUMENTO/REDUCCION: LA INVESTIGACION  
ELECTROFISIOLOGICA DE LA REACTIVIDAD  
SENSORIAL**

FERNANDO LOLAS \*

KEY WORDS: *Augmenting/reducing – Evoked Potentials – Behavior*

PALABRAS CLAVE: *Aumento/reducción – Potenciales Evocados – Conducta*

*Se presenta el contexto teórico de estudios realizados en la Unidad de Psicofisiología de la Facultad de Medicina (Universidad de Chile) sobre la reactividad sensorial en sujetos humanos. Esta se explora mediante técnicas electrofisiológicas (potencial evocado auditivo, PEA) y permite distinguir entre sujetos "aumentadores" – que incrementan la amplitud del potencial evocado al aumentar la intensidad de la estimulación – y "reductores" – que paradójicamente reducen esta amplitud al aumentar la intensidad. Estas diferencias interindividuales predicen tolerancia al dolor y morbilidad psicológica. Estudios en nuestro laboratorio indican una influencia de la modalidad sensorial sobre la topografía hemisférica del aumento/reducción. Se discuten algunas perspectivas abiertas por esta línea de investigación en psiquiatría y psicología.*

**Augmenting/reducing: Electrophysiological Investigation  
of Sensory Reactivity**

*The theoretical context of studies on sensory reactivity performed at the Psychophysiology Unit, Faculty of Medicine, Univ. of Chile is presented. Evoked potential techniques distinguish between "augmenters" – subjects who increase response amplitude when stimulation intensity increases – and "reducers" – who show the opposite tendency. These individual differences predict pain tolerance and psychological morbidity. Studies from our laboratory indicate an influence of sensory modality on hemispheric topography of augmenting/reducing. Some perspectives in psychology and psychiatry are discussed.*

---

(\*) Jefe Unidad de Psicofisiología, Facultad de Medicina, Univ. de Chile,

Financiamiento de FONDECYT y de la Universidad de Chile (B-2676-8713).

### *Reactividad a la estimulación*

Un tema central en la investigación del comportamiento, tanto normal como patológico, es la interacción entre el organismo y su ambiente. La mayor parte de las teorías sobre diferencias entre individuos incorpora directa o indirectamente un factor organísmico de "reactividad" a la estimulación ambiental. Tal factor alude, por una parte, a la detección de estímulos de baja intensidad (umbral) y, por otra a las respuestas ante estimulaciones de alta intensidad. Algunos autores sugieren que la conducta, a diferentes niveles filogenéticos, parece estar fundamentalmente controlada por la intensidad de la estimulación (Schneirla, 1959). Autores tan diversos como Freud (1955), Sherrington (1906), Pavlov (1957) y Petrie (1967) han postulado en diversos contextos y con distinta base empírica mecanismos defensivos que "protegen" al organismo de la sobreestimulación, descritos bajo diversos términos: inhibición protectora, reducción defensiva, barrera de estímulos. Desde un punto de vista clínico, especialmente en estudios sobre "stress", ha predominado la noción freudiana de las "series complementarias": la desarticulación patológica del comportamiento depende de un balance entre la resistencia del organismo y la sobrecarga ambiental, de modo que un organismo más vulnerable precisa de eventos externos menos severos, y viceversa.

El estudio experimental de las variaciones individuales en reactividad organísmica es más bien reciente. La tradición psicofísica, iniciada en el siglo XIX con el expreso fin de vincular la experiencia subjetiva con la intensidad de la estimulación de modo cuantitativo, prestó escasa atención a la variabilidad interindividual. Aún hoy día, la investigación fisiológica tiende a desdeñarla considerándola una indeseada fuente de error.

### *Aumento/reducción*

En un estudio sobre "controles cognitivos de la atención", Garner (1961) identificó diversos factores, uno de los cuales denominado "tendencia a efectos de saciedad" — se correlacionaba con una prueba conductal denominada postefecto figural kinestético (kinesthetic figural aftereffect KFA). Esta prueba, empleada en los trabajos de Petrie y colaboradores (1967), permitió proponer la existencia de dos "estilos perceptuales": el de aquellos sujetos que tienden a aumentar la intensidad de la percepción — denominados "aumentadores" — y el de los sujetos que tienden a reducirla — "reductores". La prueba consiste esencialmente en ofrecer a los sujetos una estimulación táctil — una barra de un cierto grosor palpada con los ojos vendados — y pedirle, luego de palpar una barra diferente, que reestime ese grosor en una barra de anchura escalonada. Los aumentadores tienden consistentemente a so-

breestimar el grosor de la barra estándar presentada inicialmente, en tanto los reductores se comportan en forma inversa. En base a los resultados de esta prueba y pese a sus numerosas variantes, se pudo hacer predicciones sobre tolerancia al dolor (los aumentadores probaron ser menos tolerantes) y alteraciones conductuales (Silverman, 1972).

Este factor de "reactividad" perceptual sería un rasgo estable de los sujetos y proporcionaría indicadores de vulnerabilidad psiquiátrica y rendimiento conductual. La prueba que dio origen a estos estudios —el KFA— tiene, sin embargo, algunas peculiaridades. En ella, intervienen claves tanto sensoriales como motoras, la evaluación psicofísica se realiza después de la estimulación, los procedimientos para aplicarla han sido muy diversos.

### *Estudios electrofisiológicos*

En la década de 1960 se inició la exploración de la reactividad perceptual mediante indicadores electrofisiológicos del sistema nervioso central. Pioneros fueron los estudios de Buchsbaum y Silverman (1968), quienes emplearon el potencial evocado cerebral.

El potencial evocado cerebral refleja electrofisiológicamente la recepción y el procesamiento de la información sensorial. Aunque conocido desde el siglo pasado, su utilización proviene de la década de los años 40 y de la introducción de procedimientos computacionales

que permiten "extraerlo", como "señal", del ruido de fondo representado por el electroencefalograma — la actividad basal continua del sistema nervioso central. Los potenciales evocados pertenecen a una amplia familia de señales electrofisiológicas, asociadas temporalmente a estímulos sensoriales, respuestas motoras, y procesos asociativos, que por los métodos empleados para registrarlas, pueden recibir una denominación común: potenciales ligados a evento (PLE) (event-related potentials, ERP) (Regan, 1972; Lolas, 1979, entre otros). Sus aplicaciones incluyen el estudio de la maduración del sistema nervioso, de la recepción y procesamiento de estímulos sensoriales, de la preparación y realización de respuestas motoras, y de variables conductuales y cognitivas.

El potencial evocado es una respuesta activa del sistema nervioso ante la estimulación, que depende tanto de factores físicos del estímulo como de factores dependientes del organismo. Es usual conceptualizarlo en términos de "componentes", oscilaciones positivas y negativas, registrables sobre el cuero cabelludo a latencias variables después del estímulo.

Algunos sujetos exhiben una relación monotónica positiva entre la intensidad de la estimulación sensorial y la amplitud de algunos componentes del potencial evocado —"aumentadores"— en tanto otros no sólo no incrementan su amplitud, sino incluso la reducen, en respues-

ta a incrementos de la intensidad de estimulación —“reductores”—. Esta forma de definir “aumento/reducción” (A/R), no sólo obvia el problema de la respuesta motora, presente en KFA, sino aísla una modalidad sensorial y registra la respuesta del sistema nervioso de modo casi inmediato. Por lo tanto, ofrece bases más sólidas para la investigación de los mecanismos fisiológicos involucrados. Las primeras investigaciones (e.g. Buchsbaum y Silverman, 1968) evidenciaron concordancia en la clasificación de sujetos en base a KFA y a potencial evocado visual (PEV), empleado como indicador de A/R en éste la pendiente de la función intensidad-amplitud para el componente PINI del PEV. Aunque los criterios de cuantificación variaron (la amplitud “peak-to-peak” PINI fue reemplazada por la amplitud “peak-to-baseline” PI, por ejemplo), la confiabilidad de la medida de pendiente era alta (0.70 en test-retest con intervalo de dos o más meses según Buchsbaum y Pfefferbaum, 1971) y sus correlaciones con scores de KFA eran significativas (Schooler et al., 1976). El A/R se encontró altamente correlacionado en mellizos idénticos, por oposición a fraternos; se sugirió también una tendencia al “assortative mating” entre individuos con estilos perceptuales semejantes. El conjunto de estas evidencias llevó a sostener que el A/R electrofisiológico es un rasgo con fuerte componente genético. Rápidamente generalizado, el procedimiento encon-

tró un lugar en estudios psicopatológicos, encontrándose que la enfermedad afectiva bipolar se acompaña de aumentación (Buchsbaum et al., 1983), que los pacientes depresivos unipolares varones son en general reductores, y que la tendencia A/R se observa en parientes de los sujetos afectados, aún sin sintomatología manifiesta. Con la edad parece haber una tendencia a la aumentación, lo que se ha vinculado a una pérdida de funciones inhibitorias en el SNC (Dustman et al., 1982). El alcohol produce una tendencia a la reducción en sujetos normales (Pfefferbaum et al., 1979).

Esta selecta muestra de caracteres y aplicaciones del A/R electrofisiológico indica la amplitud de esta área de investigación. Sin llegar a constituir un procedimiento estandarizado, se empezó a considerar al A/R como indicador de una propiedad general del SNC, comparable a un rasgo estable, relacionado con el estilo perceptual. Se popularizó el empleo de la pendiente intensidad-amplitud del componente PINI del PEV, registrado en el vertex (Cz en el sistema internacional 10-20) por suponer que este electrodo registra predominantemente actividad de corteza de asociación, si bien algunos autores han realizado sus estudios mediante derivaciones occipitales (e.g. von Knorring et al., 1978; Dustman et al., 1982). La existencia del fenómeno en especies no humanas (Hall et al., 1970; Lukas y Siegel, 1977), fue documentada.

*Estudios en nuestro laboratorio*

Desde que empezamos a interesarnos en el A/R electrofisiológico (De la Parra et al. 1979; Lolas y De la Parra, 1980; De la Parra y Lolas, 1980) empleamos, a diferencia de los estudios más usuales, estimulación auditiva. Observamos una tendencia reductora asociada a un alto puntaje en la dimensión N (neuroticismo) del Inventario de Personalidad de Eysenck (EPI). El interés por la topografía del A/R en el PEA nos llevó a clasificar a los sujetos, no en base a un indicador psicométrico, sino en base a sus características aumentadoras o reductoras en el vertex. En diversas publicaciones (Collin y Lolas, 1983 a, 1983 b, 1985, entre otras) informamos que la tendencia aumentadora en vertex se asocia a aumento en el hemisferio izquierdo, lo que concuerda con hipótesis neuropsicológicas sobre procesamiento diferencial hemisférico. Un estudio posterior de nuestro laboratorio demostró que la modalidad visual involucra de preferencia aumento en el hemisferio derecho, resultando de este modo una activación hemisférica opuesta a la observada mediante estimulación auditiva (Collin et al., 1984, 1985; Lolas et al. en prensa). De continuarse postulando A/R como una propiedad general del sistema nervioso, ello debe tomar en consideración la modalidad sensorial y la topografía del registro.

El potencial evocado sensorial no es un fenómeno unitario. Otros es-

tudios (Etcheberrigaray et al., 1986) han demostrado la relativa independencia funcional de los distintos componentes, evaluados en términos de amplitudes "peak-to-peak". Dado que se ha supuesto un rol funcional distinto para diversos componentes en la secuencia de deflexiones que constituye el potencial evocado auditivo, estos datos son de algún interés. Al revelar la posibilidad de disociación entre componentes "sensoriales" y "cognitivos", tales evidencias permitirían un examen más preciso de estos factores en forma separada.

*Perspectivas para el estudio del comportamiento.*

La investigación sobre A/R constituye un ejemplo del estudio de la personalidad a través de la percepción. A diferencia de las pruebas proyectivas (como Rorschach y TAT), la teoría subyacente es, en cierto sentido, más simple y más vinculable con conceptos neurofisiológicos; ofrece por ello un más cómodo enlace con la experimentación. Otro punto a destacar es el hecho de que se estudia los caracteres duraderos (o rasgos) en base a un concepto dinámico (de acción, de reactividad), que se separa de las tipologías rígidas en aspectos importantes y que, desde el punto de vista de la medición, supera algunos de los problemas de los cuestionarios autoadministrados. En éstos, como es sabido, es necesario controlar la tendencia de los sujetos a

responder en formas socialmente aceptables (escalas de "mentira", por ejemplo) y considerar la distorsión que introduce la mediación lingüística de las respuestas, como asimismo su carácter "cerrado" (alternativas excluyentes).

Es, por cierto, una importante tarea de la investigación buscar las relaciones, o posibles convergencias, entre los estudios de aumento/reducción y estas otras aproximaciones, y hay ya en este campo nume-

rosos estudios. Es posible que no se trate sino de aspectos complementarios que parecen diferentes debido al nivel de análisis y al tipo de referente empírico utilizado.

En general, con las reservas señaladas la dimensión aumento/reducción puede considerarse un punto de partida útil para el estudio de las *diferencias individuales*, que tan destacado papel debieran jugar en toda teoría del comportamiento humano.

#### REFERENCIAS

1. BIRCHALL, P.M.A. y CLARIDGE, G.S. (1979): "Augmenting-reducing of the visual evoked potential as a function of changes in skin conductance level". *Psychophysiology* 16: 482-490.
2. BUCHSBAUM, M.S. y PFEFFERBAUM, A. (1971): "Individual differences in stimulus intensity response". *Psychophysiology* 8: 600-611.
3. BUCHSBAUM, M.S. (1974): "Average evoked response and stimulus intensity in identical and fraternal twins". *Physiological Psychology* vol. 2 (3a) 365-370.
4. BUCHSBAUM, M.S., HAIER, R.J. y JOHNSON, J. (1983): "Augmenting and reducing: Individual differences in evoked potentials". En A. GALE y J.A. EDWARDS (Eds.). *Physiological Correlates of Human behavior III*, Academic Press, London pp. 117-138.
5. BUCHSBAUM, M.S. y SILVERMAN, J. (1968): "Stimulus intensity control and the cortical evoked response". *Psychosom. Med.*, 30: 12-22.
6. CALLAWAY, E. (1975): "Brain electrical potentials and individual psychological differences". *Grune and Stratton*, New York.
7. COLLIN, C., ETCHEBERRIGARAY, R., LOLAS, F. (1984): "Asimetría hemisférica de la reactividad cerebral: influencia de la modalidad sensorial". *Arch. Biol. Med. Exper* 17: R.
8. COLLIN, C., LOLAS, F. (1983): "Hemispheric asymmetry of auditory evoked potential (AEP) augmenting/reducing (abstract)". *Psychophysiology* 20: 436.
9. COLLIN, C., ETCHEBERRIGARAY, R., LOLAS, F. (1985): "Hemispheric balance and sensory modality in the vertex augmenting/reducing". *Paper presented at IV th. World Congress of Biological Psychiatry*, Philadelphia, PA, USA, Sep. 3-7.
10. COLLIN, C., LOLAS, F. (1985): "Hemispheric contribution to vertex augmentation/reduction of the auditory evoked potential". *Arq. Neuropsiquiat.* 43: 347-354.
11. COLLIN, C., LOLAS, F. (1983): "Reactividad sensorial, asimetría hemisférica y diferencias individuales

- de comportamiento". *Rev. Chil. Psicol.*, 6: 9-17.
12. CONNOLLY, J.F. y GRUZELIER, J.H. (1982): "Amplitude and latency changes in the visual evoked potential to different stimulus intensities". *Psychophysiology* 19: 599-608.
  13. DAVIS, C., COWLES, M., KOHN, P. (1984): "Behavioural and physiological aspects of the augmenting-reducing dimension". *Person. individ. Diff.* 5: 683-691.
  14. DAVIS, C., COWLES, M., KOHN, P. (1983): "Strenght of the nervous system and augmenting-reducing: paradox lost". *Person. individ. Diff.* 4: 491-498.
  15. DE LA PARRA, G., LOLAS, F. y CLAPS, A. (1979): "Potencial Evocado Auditivo: función, estímulo-respuesta y reactividad psicofisiológica". *Archivos de Biología y Medicina Experimentales* 12: 508.
  16. DE LA PARRA, G., LOLAS, F. (1980): "El constructo aumento-reducción en potenciales evocados: una prueba dinámica de las dimensiones de Eysenck". *Acta Psiquiat. Psicol. Amér. Cent.* 26: 107-112.
  17. DUSTMAN, R.E., SHEARER, D.E., SNYDER, E.W. (1982): "Age differences in augmenting/reducing of occipital visually evoked potentials". *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 54: 99-100.
  18. ETCHEBERRIGARAY, R., COLLIN, C. y LOLAS, F. (1986): "Diferenciación psicofisiológica entre componentes tempranos y tardíos del potencial evocado auditivo (PEA)". *Psicopatología* 6: 348-354.
  19. EYSENCK, H.J. (1981): *A model for personality*. Springer, Heidelberg.
  20. EYSENCK, H.J. (1967): *The biological basis of personality*. Thomas, Springfield, Ill.
  21. FREUD, S. (1955): "Beyond the pleasure principle". In *The Complete Works of Sigmund Freud*, pp. 7-64 Hogarht, London.
  22. FRIEDMAN, J. y MEARES, R. "Cortical evoked potentials and extraversion". *Psychosom. Med.* 41: 279-286.
  23. GARDNER, R. (1961): "Cognitive controls of attention deployment as determinants of visual illusions". *J. abnorm. Soc. Psychol.* 62: 120-127.
  24. HAIER, R.J., BUCHSBAUM, M.S., MURPHY, D.L., GOTTESMAN, I.I. y COURSEY, R.D. (1980): "Psychiatric vulnerability, monoamine oxidase, and the average evoked potential". *Arch. gen. Psychiat.* 37: 340-345.
  25. HAIER, R.J., ROBINSON, D.L., BRADEN, W., WILLIAMS, D. (1984): "Evoked potentials in augmenting-reducing and personality differences". *Person. individ. Diff.* 5: 293-301.
  26. HALL, R.A., RAPPAPORT, M., HOPKINS, H.K., GRIFFIN, R., SILVERMAN, J. (1970): "Evoked response and behavior in cats". *Science*, 170: 998-1000.
  27. HARMONY, T. (1984): "Event-related potentials and hemispheric specialization". In A. ARDILA y F. OSTROSKY-SOLIS (Eds.), *The right hemisphere. Neurology and Neuropsychology*. Gordon and Breach, New York. pp. 197-225.
  28. KASKEY, G.B., SALZMAN, L.F., KLORMAN, R. y PASS, H.L. (1980): "Relationships between stimulus intensity and amplitude of visual and auditory event related potentials". *Biol. Psychol.* 10: 115-125.
  29. KIRKCALDY, B.D. (1984): "Individual differences in tonic reactivity of somatic functioning". *Person. individ. Diff.* 5: 461-466.
  30. KNORRING, VON, L., ALMAY, B.G.L., JOHANSSON, F. y TERNIUS, L. (1979): "Endorphins in CSF of chronic pain patients, in

- relations to augmenting-reducing response in average evoked response". *Neuropsychobiology* 5: 322-326.
31. KNORRING, VON, L. y PERRIS, C. (1981): "Biochemistry of the augmenting-reducing response in visual evoked potentials". *Neuropsychobiology* 7: 1-8.
  32. KNORRING, VON, L. (1978): "Visual evoked responses in patients suffering from alcoholism". *Neuropsychobiology* 4: 31-320.
  33. LOLAS, F., DE LA PARRA, G. "Effect of neuroticism on stimulus intensity modulation". *Psychosom. Med.* 42: 371.
  34. LOLAS, F. (1979): "Potenciales cerebrales ligados a evento: clasificación y uso clínico". *Arq. Neuropsiquiat.* 37: 274-283.
  35. LOLAS, F. (1979): "Interhemispheric and sex differences in the visual evoked response recovery cycle". *Neuropsychobiology* 5: 301-308.
  36. LOLAS, F., COLLIN, C., CAMPOSANO, S., ETCHEBERRIGARAY, R., REES, R. (en prensa): "Hemispheric asymmetry of augmenting/reducing in visual and auditory evoked potentials" *Biological Psychiatry*.
  37. LUKAS, J.H., y SIEGEL, J. (1977): "Cortical mechanisms that augment or reduce evoked potential in cats". *Science* 198: 73-75.
  38. PAVLOV, I.P. (1957): "General types of animal and human higher nervous activity". En: *Pavlov's experimental psychology and other essays*. Philosophical Library, New York.
  39. PETRIE, A. (1967): "Individuality in Pain and Suffering". *Univ. of Chicago Press*, Chicago.
  40. PFEFFERBAUM, A., ROTH, W., TINKLENBERG, J., ROSEN-  
BLOOM; M.J., KOPELL, B.S. (1979): "The effects of ethanol and meperidine on auditory evoked potentials". *Drug and Alcohol Dependence* 4: 371-380.
  41. POWELL, G.E. (1979): "*Brain and Personality*". Saxon House, Farnborough.
  42. RAINE, A., MITCHELL, D.A. y VENABLES, P.H. (1981): "Cortical augmenting - reducing - modality specific". *Psychophysiology* 18: 700-708.
  43. REGAN, D. (1972): "Evoked potentials in Psychology, sensory Physiology and clinical medicine". Chapman and Hall, London.
  44. ROBINSON, D.L., HAIER, R.J., BRADEN, W. y KRENGEL, M. (1984): "Evoked potential augmenting and reducing: the methodological and theoretical significance of new electrophysiological observations". *Int. J. Psychophysiol.* 2: 11-22.
  45. SCHNEIRLA, T.G. (1959): "An evolutionary and developmental theory of biphasic processes underlying approach and withdrawal". *Nebraska Symposium on Motivation*. JONES, R. MARSHALL (Eds) Lincoln: *University of Nebraska Press*.
  46. SCHOOLER, C., BUCHSBAUM, M.S. y CARPENTER, W.T. (1976): "Evoked response and kinesthetic measures of augmenting-reducing in schizophrenics: replications and extensions". *J. Nerv. Ment. Dis.* 163: 221-232.
  47. SHERRINGTON, C.S. (1906): *The integrative action of the nervous system*. New Haven: *Yale University Press*.

48. SILVERMAN, J. (1972): "Stimulus intensity modulation and psychological disease". *Psychopharmacology*, 24: 42-80.
49. VON KNORRING, L., MONAKHOV, K. y PERRIS, C. (1978): "Augmenting/reducing: an adaptive switch mechanism to cope with incoming signals in healthy subjects and psychiatric patients". *Neuropsychobiology* 4: 150-179.

*Dirección Postal:*  
*Universidad de Chile*  
*Casilla 70055*  
*Santiago 7, Chile*