

## PROGRAMA DE CURSO

| Código                                                                                                                                                        | Nombre                                                                                |                  |                         |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| MA5810                                                                                                                                                        | Experimentación y Modelamiento para el estudio de la Cognición y Educación Matemática |                  |                         |                           |
| Nombre en Inglés                                                                                                                                              |                                                                                       |                  |                         |                           |
| Experimentation and Modeling approach to Mathematics Cognition and Education                                                                                  |                                                                                       |                  |                         |                           |
| SCT                                                                                                                                                           | Unidades Docentes                                                                     | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
| 9                                                                                                                                                             | 15                                                                                    | 5                | 2                       | 8                         |
| Requisitos                                                                                                                                                    |                                                                                       |                  | Carácter del Curso      |                           |
| MA3402, MA4401, MA4601S,MA4701S<br>Tope máximo 15 alumnos                                                                                                     |                                                                                       |                  | Electivo                |                           |
| Resultados de Aprendizaje                                                                                                                                     |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 1. Conocimiento de bibliografía básica general en investigación en cognición y educación en matemáticas                                                       |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 2. Conocimiento y manejo elemental de algunos modelos matemáticos clásicos usuales en cognición matemática                                                    |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 3. Habilidades elementales para proponer y analizar modelo matemáticos en aprendizaje y educación                                                             |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 4. Conocimiento y habilidades básicas de metodología experimental comportamental                                                                              |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 5. Conocimiento y habilidades básicas de metodología de análisis de datos experimentales                                                                      |                                                                                       |                  |                         |                           |
| 6. Habilidad para generar reportes de estudios de experimentación y/o modelamiento, de acuerdo a estándares internacionales de investigación psico-cognitiva. |                                                                                       |                  |                         |                           |

En el formulario se solicita el numero de creditos academicos SCT - "Sistema de Creditos Transferibles de Chile". Este sistema fue adoptado por la Universidad de Chile y por el resto de las universidades miembros del Consejo de Rectores.

Un credito SCT equivale a la proporcion respecto de la carga total de trabajo necesaria para completar un año de estudios a tiempo completo. Se ha convenido que el trabajo anual tienda a los 60 creditos; en el caso de los programas de estudio de nuestra Facultad 1 U.D. equivale a 0,6 creditos SCT. Por ejemplo, un curso de 10 UD equivale a 6 creditos SCT

| Metodología Docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Evaluación General                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>La metodología combinará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesiones presenciales expositivas de los profesores y ayudantes</li> <li>• Sesiones de presentación de papers, de modelos, de diseño y de resultados experimentales por parte de los estudiantes</li> <li>• Diseño y ejecución de experimentos psico-cognitivos en el ámbito de la cognición matemática (guiados por el equipo docente)</li> </ul> | <p>Se calificará con notas los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentaciones de los estudiantes</li> <li>• Diseños experimentales y modelos</li> <li>• Ejecución de los experimentos</li> <li>• Reportes finales del trabajo</li> </ul> |



### Unidades Temáticas

| Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Nombre de la Unidad                                                          | Duración en Semanas                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Introducción al trabajo experimental y de modelación en cognición matemática | 4                                             |
| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Resultados de Aprendizajes de la Unidad                                      | Referencias a la Bibliografía                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la modelación basada en investigación cognitiva. Estudio de casos: aprendizaje y memoria de largo plazo; percepción numérica; modelos de selección entre dos alternativas.</li> <li>Introducción a la investigación cognitiva experimental: diferencias y similitudes entre los enfoques matemático y científico. Estructura típica de un paper cognitivo-experimental. Recuerdo de elementos básicos de estadística aplicada, para la comprensión de la literatura.</li> <li>Introducción al Sentido Numérico. Revisión de efectos clásicos y modernos en la literatura psico-cognitiva. Efectos culturales sobre la cognición numérica.</li> <li>Relaciones entre el Sentido Numérico y el aprendizaje formal de las matemáticas; representación mental de las fracciones y su enseñanza.</li> </ul> | 1, 2                                                                         | [A]<br>[B]<br>[C]<br>[D]<br>[E]<br>[F]<br>[I] |

| Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nombre de la Unidad                                                          | Duración en Semanas           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Introducción al trabajo experimental y de modelación en educación matemática | 2                             |
| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Resultados de Aprendizajes de la Unidad                                      | Referencias a la Bibliografía |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la modelación en investigación educacional. Estudio de casos: aprendizaje estratégico de aritmética en escolares; tareas de Stroop, inhibición-facilitación y su relación con el aprendizaje de fracciones.</li> <li>Data Mining aplicado a entornos educativos virtuales.</li> <li>Introducción a teorías modernas sobre el cerebro, su evolución y la educación.</li> </ul> | 1, 3                                                                         | [E]<br>[F]<br>[G]<br>[H]      |



| Número                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nombre de la Unidad                                                     | Duración en Semanas             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Elementos de diseño experimental, metodologías y software especializado | 2                               |
| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Resultados de Aprendizajes de la Unidad                                 | Referencias a la Bibliografía   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de un buen diseño experimental: espacio muestral, grupos de control, randomización de orden, comparaciones inter- e intra-sujetos, poder estadístico de un diseño.</li> <li>• Elementos básicos de estadística aplicada, para la presentación de resultados experimentales. El problema de las comparaciones múltiples.</li> <li>• Introducción a software especializado para la experimentación comportamental: E-Prime, Psychophysics Toolbox.</li> <li>• Introducción a técnicas avanzadas: seguimiento de la mirada, medición de estados emocionales, medición de carga cognitiva.</li> </ul> | 2, 3, 4                                                                 | [I]<br>[J]<br>[K]<br>[L]<br>[M] |

| Número                                                                                                                                                                                                                                                                     | Nombre de la Unidad                                           | Duración en Semanas           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                          | Unidad Práctica: Diseño, pilotaje y ejecución de experimentos | 3                             |
| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                 | Resultados de Aprendizajes de la Unidad                       | Referencias a la Bibliografía |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de experimentos.</li> <li>• Pilotaje de experimentos cognitivos.</li> <li>• Discusión de los resultados piloto, con eventual modificación de los diseños.</li> <li>• Ejecución de los experimentos definitivos.</li> </ul> | 4,5                                                           | [I]<br>[J]                    |

| Número                                                                                                                                                                   | Nombre de la Unidad                                                                  | Duración en Semanas           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 5                                                                                                                                                                        | Unidad Práctica: Análisis de datos experimentales y modelos, y reporte de resultados | 4                             |
| Contenidos                                                                                                                                                               | Resultados de Aprendizajes de la Unidad                                              | Referencias a la Bibliografía |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de datos experimentales.</li> <li>• Planteamiento y análisis de modelos.</li> <li>• Producción de reportes.</li> </ul> | 3,5,6                                                                                | [I]                           |



**[A] Introducción al Sentido Numérico**

- Dehaene (1997). *The Number Sense*. New York: Oxford University Press.
- Gallistel, Gelman, & Cordes (2005). *The cultural and evolutionary history of the real numbers*. En Levinson, & Jaisson (eds.) *Culture and evolution*, pp. 247-274. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dehaene (2009). Origins of mathematical intuitions: The case of arithmetic. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 232-259.

**[B] Algunos efectos numéricos clásicos y modernos**

- Moyer, & Landauer (1967). Time required for judgments of numerical inequality. *Nature*, 215, 1519-1520.
- Dehaene, Bossini, & Giraux (1993). The mental representation of parity and numerical magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 371-396.
- Dehaene, Dupoux, & Mehler (1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 626-641.
- Fisher (2001). Number processing induces spatial performance biases. *Neurology*, 57, 822-826.
- Knops, & Viarouge (2009). Dynamic representations underlying symbolic and nonsymbolic calculation: Evidence from the operational momentum effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 803-821.
- Loetscher, Bockisch, Nicholls, & Brugger (2010). Eye position predicts what number you have in mind. *Current Biology*, 20, R264-R265.
- Oliveri, Vicario, Salerno, Koch, Turriziani, Mangano, Chillemi, & Caltagirone (2008). Perceiving numbers alters time perception. *Neuroscience Letters*, 3, 308-311.

**[C] Intuiciones numéricas en culturas aisladas**

- Pica, Lemer, Izard, & Dehaene (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science*, 306, 499-503.
- Dehaene, Izard, Spelke, & Pica (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures. *Science*, 320, 1217-1220.

**[D] Sentido numérico y enseñanza formal**

- Siegler, Thompson, & Opfer (2009). The Logarithmic-To-Linear Shift: One Learning Sequence, Many Tasks, Many Time Scales. *Mind, Brain, & Education*, 3, 143-150.
- Opfer, & DeVries (2008). Representational change and magnitude estimation: Why young children can make more accurate salary comparisons than adults. *Cognition*, 108, 843-849.
- Siegler, & Ramani (2009). Playing linear number board games –but not circular ones– improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101, 545-560.
- Halberda, Mazocco, & Feigenson (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455, 665-668.



**[E] Fracciones: representación mental y dificultades de aprendizaje**

- Bonato, Fabbri, Umiltà, & Zorzi (2007). The Mental Representation of Numerical Fractions: Real or Integer? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1410-1419.
- Meert, Grégoire, & Noël (2009). Rational numbers: Componential versus holistic representation of fractions in a magnitude comparison task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1598-1616.
- Schneider, & Siegler (en prensa). Representations of the magnitudes of fractions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Ni, & Zhou (2005). Teaching and learning fraction and rational numbers: The origins and implications of whole number bias. *Educational Psychologist*, 40, 27-52.
- Pearn, & Stephens (2007). *Whole Number Knowledge and Number Lines Help to Develop Fraction Concepts*. Proceedings of the 30<sup>th</sup> annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, pp. 601-610.
- Mena, Gómez, Araya, & Dartnell (en preparación). *Do you want to excel in fractions? Inhibit!*

**[F] Modelación matemática/computacional en psicología**

- Smith, & Vickers (1988). The accumulator model of two-choice discrimination. *Journal of Mathematical Psychology*, 32, 135-168.
- Siegler, & Araya (2005). *A computational model of conscious and unconscious strategy discovery*. En Kail (ed.), *Advances in child development and behavior*, vol. 33, pp. 1-42. Oxford, UK:Elsevier.
- Gómez (en preparación). *Modelos matemáticos en psicología*. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería, mención Modelación Matemática, de la Universidad de Chile.

**[G] Cerebro, evolución y educación**

- Geary (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC:American Psychological Association.
- Carlson, & Levin (2007). *Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology*. Information Age Publishing.
- Dehaene (2009). *Reading in the Brain*. Penguin Viking.

**[H] Investigación en educación a través de Data Mining**

- Ritter, Harris, Nixon, Dickison, Murray, & Towle (2009). *Reducing the Knowledge Tracing Space*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Educational Data Mining, Córdoba, España, 2009, pp. 151-160.
- Baker, & Yacef (2009). The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1, 3-17.

**[I] Elementos técnicos, estadísticos y de estilo básicos para la investigación**

- Howell (2009). *Statistical methods for psychology*. Wadsworth Publishing.
- Beins, & Beins (2008). *Effective writing in Psychology: Papers, posters and presentations*. Wiley-Blackwell.
- Cohen (1994). The earth is round ( $p < .05$ ). *American Psychologist*, 49, 997-1003.
- Cousineau (2005). Confidence intervals in within-subject designs: A simpler solution to Loftus and Masson's method. *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology*, 1, 42-45.



- Morey (2008). Confidence intervals from normalized data: A correction to Cousineau (2005). *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology*, 4, 61-64.
- Cousineau (2007). Computing the power of a t-test. *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology*, 3, 60-62.
- Holm (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, 6, 65-70.
- Ioannidis (2005). Why most published research findings are false. *PLoS Medicine*, 2, e124.
- Benjamini, & Yosef (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, 57, 125-133.

**[J] Software especializado para experimentación**

- Brainard (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10, 433-436.
- Richard, & Charbonneau (2009). An introduction to E-Prime. *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology*, 5, 68-76.

**[K] Técnicas avanzadas: Metodología de seguimiento de la mirada**

- Tobii Eye Tracking. *An Introduction to eye tracking and Tobii Eye Trackers*. White paper, Tobii Technology AB. Disponible en línea en <http://www.tobii.com/archive/files/20689/Tobii+EyeTracking+WhitePaper.pdf.aspx>, último acceso 17 de Julio de 2010.
- Klingner, Kumar, & Hanrahan (2008). *Measuring the task-evoked pupillary response with a Remote Eye Tracker*. Proceedings of the 2008 Symposium on Eye Tracking Research and Applications, pp. 69-72.

**[L] Técnicas avanzadas: Medición de estados emocionales**

- Csikzentmihalyi, Abuhhamdeh, & Nakamura (2005). *Flow*. En Elliot, & Dweck (eds.) *Handbook of Competence and Motivation*. Guilford Press.
- Bradley & Lang (2007) *The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention*. En Coan, & Allen (eds.) *Handbook of emotion elicitation and assessment*. Oxford University Press.
- Hektner, Schmidt, & Csikszentmihalyi (2007). *Experience sampling method: Measuring the quality of everyday life*. Sage Publications.

**[M] Técnicas avanzadas: Medición de carga cognitiva**

- Ayres, & Paas (2009). Interdisciplinary perspectives inspiring a new generation of cognitive load research. *Educational Psychology Review*, 21, 1-9.
- Van Merriënboer, & Ayres (2005). Research on Cognitive Load Theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*, 53, 5-13.
- Cegarra, & Chevalier (2008). The use of Tholos software for combining measures of mental workload: Toward theoretical and methodological improvements. *Behavior Research Methods*, 40, 988-1000.

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Vigencia desde: | Primavera, 2010               |
| Elaborado por:  | Pablo Dartnell, Roberto Araya |