

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MA5811	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
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MA3402, MA4401 Tope máximo 20 alumnos			Electivo de Formación Integral para alumnos de especialidad.	
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
La metodología combinará lo siguiente: • Sesiones presenciales expositivas de los profesores y ayudantes • Sesiones de presentación de papers, de modelos, de diseño y de resultados experimentales por parte de los estudiantes • Diseño y ejecución de experimentos psico-cognitivos en el ámbito de la cognición matemática (guiados por el equipo docente)	Se calificará con notas los siguientes puntos: • Presentaciones de los estudiantes • Diseños experimentales y modelos • Ejecución de los experimentos • Reportes finales del trabajo

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
- 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. - 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. - Introducción al Sentido Numérico. Revisión de efectos clásicos y modernos en la literatura psico-cognitiva. Efectos culturales sobre la cognición numérica. - Relaciones entre el Sentido Numérico y el aprendizaje formal de las matemáticas; representación mental de las fracciones y su enseñanza.		1, 2	[A] [B] [C] [D] [E] [F] [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
- 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. - Data Mining aplicado a entornos educativos virtuales. - Introducción a teorías modernas sobre el cerebro, su evolución y la educación.		1, 3	[E] [F] [G] [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
• Elementos de un buen diseño experimental: espacio muestral, grupos de control, randomización de orden, comparaciones inter- e intra-sujetos, poder estadístico de un diseño. • Elementos básicos de estadística aplicada, para la presentación de resultados experimentales. El problema de las comparaciones múltiples. • Introducción a software especializado para la experimentación comportamental: E-Prime, Psychophysics Toolbox. • Introducción a técnicas avanzadas: seguimiento de la mirada, medición de estados emocionales, medición de carga cognitiva.	2, 3, 4	[I] [J] [K] [L] [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
• Diseño de experimentos. • Pilotaje de experimentos cognitivos. • Discusión de los resultados piloto, con eventual modificación de los diseños. • Ejecución de los experimentos definitivos.	4,5	[I] [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
• Análisis de datos experimentales. • Planteamiento y análisis de modelos. • Producción de reportes.	3,5,6	[I]

Bibliografía

[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.
- Inoue, S.; Matsuzawa, T. (2004) Working memory of numerals in chimpanzees. *Current Biology*, Volume 17, Issue 23, 4 December 2007, Pages R1004-R1005
- Araya, R. (2000) *Inteligencia Matemática*. Segunda Edición. Editorial Universitaria.
- Gigerenzer, G. (2004) Why the distinction between single-event probabilities and frequencies is important for psychology (and vice versa). *Subjective probability*. Wiley.
- Holmes, N.; Wieman, C.; Bonn, D. (2015) Teaching critical thinking. *PNAS*.

[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.
- Cosmides, L; Tooby, J. (1996) Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition* 58 (1996) 1-73
- Brase, G.; Cosmides, L.; Tooby, J. (1998) Individuation, Counting, and Statistical Inference: The Role of Frequency and Whole-Object Representations in Judgment Under Uncertainty. *Journal of Experimental Psychology: General*. Vol. 127, No.1, 3-21
- Araya, R.; Calfucura, P., Jiménez, A.; Aguirre, C.; Palavicino, M.; Lacourly, N.; Soto-Andrade, J. & Dartnell, P. (2010) The Effect of Analogies on Learning to Solve Algebraic Equations. *Pedagogies: An International Journal*. Special Issue The teaching of Algebra. Volume 5, Issue 3

[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 30th 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!*
- Hammerstein P, Noë R. (2016) Biological trade and markets. *Phil. Trans. R. Soc. B* 371: 20150101.
- Fruteau, C.; van de Waal, E.; van Damme, E.; Noë, R. (2010) Infant access and handling in sooty mangabeys and vervet monkeys. *Animal Behaviour*. Volume 81, Issue 1, January 2011, Pages 153-161

[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.
- Hadamard, J. (1954) *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*. Princeton University Press.

[G] Cerebro, evolución y educación

- Geary (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D.; Byrd-Craven, J.; Hoard, M.; Vigil, J.; Numtee, C. (2003) Evolution and development of boys social behavior. *Developmental Review* 23 (2003) 444–470.
- Geary, D. (2002) Principles of evolutionary educational psychology. *Learning and Individual Differences*. 12 (2002) 317–345
- 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.
- Buss, D. (1994) *The Evolution of Desire*. Basis Books.
- Henrich, J (2016) *The Secret of Our Success*. Princeton University Press
- Greene, J. (2013) *Moral Tribes*. The Penguin Press. New York, N.Y.
- Gamble, C.; Gowlett, J.; Dunbar, R. (2014) *Thinking Big*. Thames & Hudson.
- Wraahgham R. (2009) *Catching Fire: How Cooking Made Us Humans*. Basic Books
- Wrangham, R. (2019) *The Goodness Paradox*. Pantheon.
- Diamond, J. (2012) *The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?* Viking Press
- Pellegrini, A. (2009) *The Role of Play in Human Development*. Oxford University Press. New York, N.Y.
- Tomasello, M. (2018) *Becoming Human: a theory of ontogeny*. Harvard University Press
- Dunbar, R. (1995) *The Trouble with Science*. Harvard University Press.
- Krasnow, M.; Dekton, A.; Cosmides, L.; Tooby, J. (2015) Group Cooperation without Group Selection: Modest Punishment Can Recruit Much Cooperation. *PLoS ONE* 10(4): e0124561. doi:10.1371/journal.pone.0124561
- Turchin, P. (2016) *Ultra Society: How 10,000 years of war made humans the greatest cooperators on earth*. Beresta Books
- Allman, J. (1998) *Evolving Brain*. Scientific American Library.
- Gazzaniga, M. (1998) *The Mind's Past*.
- Sloan Wilson (2019) *This View of Life*. Penguin.
- Mercier, H.; Sperber, D. (2017) *The Enigma of Reason*. Harvard University Press.
- Labaree, D. (2010) *Someone has to fail. The Zero-Sum Game of Public Schooling*. Harvard University Press.

[H] Investigación en educación a través de Data Mining

- Ritter, Harris, Nixon, Dickison, Murray, & Towle (2009). *Reducing the Knowledge Tracing Space*. Proceedings of the 2nd International Conference on Educational Data Mining, Córdoba, España, 2009, pp. 151-160.
- Araya, R.; Cristia, J. (2020) Guiding Technology to Promote Student Practice, Chapter 6. Eds. Arias Ortiz, Cueto, S., Cristia, J. (2020) "Teaching Mathematics in the 21st Century: Adding Technology to the Equation." Inter-American Development Bank.
- Baker, & Yacef (2009). The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1, 3-17.
- Araya, R.; Jiménez, A.; Bahamondez, M.; Dartnell, P.; Soto-Andrade, J.; Calfucura, P. (2014). Teaching Modeling Skills Using a Massively Multiplayer On Line Mathematics Game. *World Wide Web Journal*. Springer. March, 2014, Vol 17, Issue 2, pp 213-227. 10.1007/s11280-012-0173-5
- Cuban, L. (2013) *Inside the black box of classroom practice*. Cambridge, MA: Harvard

Education Press

- Uribe, P., Jiménez, A., Araya, R., Lämsä, J., Hämäläinen, R., Viiri, J. Automatic Content Analysis of Collaborative Inquiry Based Learning Using Deep Networks and Attention Mechanisms (10th International Conference in Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning MIS4TEL 2020)
- Schlotterbeck, D.; Araya, R.; Caballero, D; Jiménez, A.; Lehesvuori, S.; (2020) Assessing Teacher's Discourse Effect on Students' Learning: A Keyword Centrality Approach. EC-TEL 2020.
- Araya, R., F. Plana, P. Dartnell, J.Soto-Andrade, G. Luci, E. Salinas, M. Araya. (2012) Estimation of teacher practices based on text transcripts of teacher speech using a support vector machine algorithm. British Journal of Educational Technology. First published on line, 28 Nov, 2011. November 2012. 10.1111/j.1467-8535.2011.01249
- Lipsey, M. W., Puzio, K., Yun, C., Hebert, M. A., Steinka-Fry, K., Cole, M. W., Roberts, M., Anthony, K. S., & Busick, M.D. (2012). Translating the Statistical Representation of the Effects of Education Interventions into More Readily Interpretable Forms. (NCSE 2013–3000). Washington, DC: National Center for Special Education Research, Institute of Education Sciences (IES), U.S. Department of Education.
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. Educational Research Review, 9, 88–113
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2015). How Methodological Features Affect Effect Sizes in Education Pellegrini, M.; Lake, C.; Inns, A.; Slavin, R. (2018) Effective Programs in Elementary Mathematics: A Best-Evidence Synthesis. The Best Evidence Encyclopedia. http://www.bestevidence.org/word/elem_math_Oct_8_2018.pdf
- Jing, L.; Cohen, J. (2020). Measuring Teaching Practices at Scale: A Novel Application of Text-as-Data Methods. (EdWorkingPaper: 20-239). Retrieved from Annenberg Institute at Brown University: <https://doi.org/10.26300/b8cd-ds52>
- Wieman, C. (2017) Improving How Universities Teach Science: Lessons from the Science Education Initiative.
- Araya, R.; Behncke, R.; Linker, A.; van der Molen, J. (2015) Mining Social Behavior in the Classroom. 7th International Conference on Computational Collective Intelligence Technologies and Applications. Lecture Notes in Computer Science, Volume 9330, pp 451-460. Springer.10.1007/978-3-319-24306-1_44
- Slavin, R. & Lake, C. (2008) Effective Programs in Elementary Mathematics: A Best-Evidence Synthesis. Review of Educational Research. September 2008, Vol. 78, No. 3, pp. 427–515.

[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.
- Duflo, E.; Glennerster, R.; Kremer, M. (2006) Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit. NBER Technical Working Paper No. 333

[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

- Csikszentmihalyi, 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.
- Ainslie, G. (2001) Breakdown of Will. Cambridge University Press.
- Dennett, D. (2003) Freedom evolves. Viking.
- Cosmides, L.; Tooby, J. (2013) Evolutionary Psychology: New Perspectives on Cognition and Motivation. *Annu. Rev. Psychol.* 2013. 64:201–29
- Gigerenzer, G. (2007) Gut Feelings. Viking
- Hood, B. (2009) Supersense. HarperOne.
- Linden, D. (2015) Touch. Penguin.

[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.

- Sweller, J. (2016) Cognitive Load Theory, Evolutionary Educational Psychology, and Instructional Design. D.C. Geary, D.B. Berch (eds.), Evolutionary Perspectives on Child Development and Education, Evolutionary Psychology.
- Kirschner, P.; Sweller, J.; Kirschner, F.; Zambrano, J. (2018) From Cognitive Load Theory to Collaborative Cognitive Load Theory. Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn (2018) 13:213–233

Vigencia desde:	Otoño, 2023
Elaborado por:	Pablo Dartnell, Bibliografía revisado por R. Araya, 2020.