

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES
EXPERIMENTALS I DE LA MATEMÀTICA

PROGRAMA DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS
I DE LA MATEMÀTICA

BIENNI 2000-2002

**FENÓMENOS RELACIONADOS CON EL USO DE
METÁFORAS EN EL DISCURSO DEL PROFESOR. EL
CASO DE LAS GRÁFICAS DE FUNCIONES**

Tesi doctoral per optar al títol de Doctor de la Universitat de Barcelona

Presentada per

JORGE IVAN ACEVEDO NANCLARES

Dirigida per

Dr. VICENÇ FONT MOLL

i

Dra. JANETE BOLITE FRANT

UNIVERSITAT DE BARCELONA

BARCELONA, 2007

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. R. (1983). Argumentos acerca de las representaciones mediante la capacidad para formar imágenes mentales. En M. V. Sebastián (Ed.). *Lecturas de psicología de la memoria* (pp. 385-425). Madrid: Alianza Universidad.
- Arenzana, V. (1997). Evolución del concepto de función hasta comienzos del siglo XIX. Algunas sugerencias pedagógicas. *Epsilon*, 13 (1), 67-77.
- Aristóteles (2003). *Poética* (Eilhard Schlesinger, trads.). Buenos Aires: Losada.
- Arzarello, F. (2006). Semiosis as a Multimodal Process. *RELIME, Número Especial sobre Semiótica, Cultura y Pensamiento Matemático*, 267-299.
- Arzarello, F. y Edwards, L. (2005). Gesture and the Construction of Mathematical Meaning (Research Forum 2), *Proceedings 29th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 122-145). Melbourne, AU: PME.
- Azcárate, C. y Deulofeu, J. (1990). *Funciones y gráficas*. Madrid: Síntesis.
- Barcelona, A. (2000). Introduction. The cognitive theory of metaphor and metonymy. En A. Barcelona (Ed.). *Metonymy and Metaphor at the Crossroads* (pp. 1-27). Berlín: Mouton de Gruyter.
- Bedell Stanford, W. (1936). *Greek Metaphor. Studies in Theory and Practice*, Oxford: B. Blackwell
- Bell, A. W. (1976). A study of pupils' proof-explanations in mathematical situations, *Educational Studies in Mathematics*, 7, 23-40.
- Black, M. (1966). *Modelos y metáforas*. Madrid: Tecnos.
- Boero, P., Pedemonte, B. y Robotti, E. (1997). Approaching Theoretical Knowledge through Voices and Echoes: a Vygotskian Perspective. *Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.2, pp. 81-88). Lahti, Finland: PME.
- Boero, P., Pedemonte, B., Robotti, E., Chiappini, G. (1998), The "Voices and Echoes Game" and the interiorization of crucial aspects of theoretical knowledge in a Vygotskian perspective: Ongoing research. *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.2, pp. 120-127). Stellenbosch, South Africa: PME.

- Bolite Frant, J., D'Allanese, C. y González, N. (2004a). Computer and Visualization in Calculus Classrooms. *Proceedings International Conference on Teaching of Calculus*. Kerala, India.
- Bolite Frant, J et al. (2004b). Reclaiming visualization: when seeing does not imply looking. *TSG 28, ICME 10*, Denmark.
- Bos, H.J.M. (1981). On the Representation of curves in Descartes's Géométrie. *Archive for History of Exact Sciences*, 24, 295-338.
- Bourbaki, N. (1976) *Elementos de historia de las matemáticas*. Madrid: Alianza Universidad.
- Boyer, C.B. (1986). *Historia de la matemática*. Madrid: Alianza Universidad Textos.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques*. Dordrecht: Kluwer.
- Bujosa, J.M. et al. (1997). *Matemàtiques Aplicades a les ciències socials 1*. Barcelona: Castellnou.
- Bustos, E. (2000). *La metáfora. Ensayos transdisciplinarios*. Madrid: Fondo de Cultura Económica / Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Carnap, R., 1981. Empirismo, semántica y ontología. En J. Muguerza (Ed). *La concepción analítica de la filosofía* (pp. 400-419). Madrid: Alianza Universidad.
- Cerda, H. (2000). *Los elementos de la investigación*. Bogotá: El Buho.
- Cicerón, M. T. (2002). *De oratote* (José Javier Iso, Trad.). Madrid: Gredos.
- Collette, J.P. (1985). *Historia de las matemáticas* (Vol I y II). Madrid: Siglo XXI.
- Cohen, L y Manion, L. (1990). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla S.A.
- Contreras A., Font, V., Luque, L., Ordóñez, L. (2005). Algunas aplicaciones de la Teoría de las Funciones Semióticas a la Didáctica del Análisis Infinitesimal. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25 (2), 151-186.
- Crespo, C. y Farfán, R. M. (2005). Una visión socioepistemológica de las argumentaciones en el aula. El caso de las demostraciones por reducción al absurdo. *RELIME*, 8(3), 287-317.
- De Villiers, M. (1993). El papel y la función de la demostración en Matemáticas. *Epsilon*, 26, 15-30.

- Derrida, J. (1989). *La deconstrucción en las fronteras de la filosofía: La retirada de la metáfora*. Barcelona: Paidós.
- Descartes, R. (1981). *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*. Madrid: Alfaguara (Obra publicada en 1637).
- Díaz, L. (2005). Profundizando en los entendimientos estudiantiles de variación. *RELIME*, 8(2), 145-168.
- English, L. D. (1997). *Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images*. Mahwah, N.J: Erlbaum.
- Fauconnier, G. (1994). *Mental Spaces*. New York: Cambridge University Press.
- Fauconnier, G. y Turner, M. (1996). Blending as a Central Process of Grammar. En A. Goldberg (Ed.). *Conceptual structure, discourse and language* (pp. 113-129). Stanford: CSLI.
- Ferreirós, J. (1999). Matemáticas y platonismo(s). *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 2, 446-473.
- Fischbein, E. (1993), The Theory of Figural Concepts. *Educational Studies in Mathematics*. 24(2), 139-162.
- Font, V. (2000). *Procediments per obtenir expressions simbòliques a partir de gràfiques. Aplicacions a les derivades*. Tesis doctoral no publicada. Universitat de Barcelona.
- Font V. (2001a). Algunos puntos de vista sobre las representaciones en didáctica de las matemáticas. *POME*, 14, 1-36.
- Font, V. (2001b), Matemáticas y cosas. Una mirada desde la Educación Matemática. *Educação Matematica Pesquisa*, 3 (2), 59-112.
- Font, V. (2001c). Processos mentals versus competència. *Biaix*, 19, 33-36.
- Font, V. (2001d). Expresiones simbólicas a partir de gráficas. El caso de la parábola. *EMA*, 6 (2), 180-200.
- Font, V. (2003), Matemáticas y cosas. Una mirada desde la Educación Matemática. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 249-279.
- Font, V. (2007). Cuatro instrumentos de conocimiento que comparten un aire de familia: particular-general, representación, metáfora y contexto. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 55-60.
- Font, V. y Godino, J. D. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educação Matematica Pesquisa*, 8 (1), 67-98.

- Font, V., Godino, J. D., y D'Amore, B. (2007). An ontosemiotic approach to representations in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 27 (2), 2-7.
- Font, V., Peraire, R. (2001) Objetos, prácticas y ostensivos asociados. el caso de la cisoide. *Educación matemática*, 13(2), 55-67.
- Font, V y Ramos, A. B. (2005), Objetos personales matemáticos y didácticos del profesorado y cambio institucional. El caso de la contextualización de funciones en una Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. *Revista de Educación*, 338, 309-346.
- Forman, E y Ansell, E. (2001). The multiple voices of mathematics classroom commuty. *Educational studies in mathematics*, 46 (1-3), 115-142.
- Garuti, R., Boero, P. y Chiappini, G. (1999). Bringing the voice of Plato in the classroom to detect and overcome conceptual mistakes. *Proceedings of the 23rd Conference of the nternational Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.3, pp. 9-16). Haifa, Israel: PME.
- Godino, J. D. (2002), Un enfoque ontológico semiótico de la cognición matemática, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2-3), 237-284.
- Godino, J. D. (2006). Algunos desarrollos de la teoría de las funciones semióticas. *Actas del Primer Congreso Internacional sobre Aplicaciones y Desarrollos de la Teoría de las Funciones Semióticas* (pp. 105-121). Jaén: Universidad de Jaén.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1994), Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(3), 325-355.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Roa, R. (2005), An onto-semiotic analysis of combinatorial problems and the solving processes by university students. *Educational Studies in Mathematics*, 60 (1), 3-36.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The Onto-Semiotic Approach to Research in Mathematics Education. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*. 39 (1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico- semiótico de la cognición matemática, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 26 (1), 39-88.
- Godino J. D. y Recio A.M. (1997). *Meaning of proofs in mathematics education*. *Actas PME XXI* (Vol.2, pp. 313-320). Lahti, Finland: PME.

- Goodman, N. (1976). *Los lenguajes del Arte*. Barcelona: Seix Barral.
- Goossens, L. (1990). Metaphonymy : the interaction of metaphor and metonymy in expressions for linguistic action. *Cognitive Linguistics*, 1(3), 323-340.
- Grice, H. P. (1989). *Studies in the way of words*. Harvard: Harvard Univ. Press.
- Habermas, J. (1987). *Teoría de la Acción Comunicativa I. Racionalidad de acción y racionalización social*. Madrid: Taurus.
- Halliday, M. (1978). *Language as Social Semiotics*, London: Edward Arnold.
- Hodge, R. & Kress, G. (1988/1995). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Ibáñez, M. J. (2001). Un ejemplo de demostración en Geometría como medio de descubrimiento. *Suma*, 37, 95-98.
- Ibáñez, M. J. y Ortega, T. (2002). La demostración en el currículo: una perspectiva histórica. *Suma*, 39, 53-61.
- Johnson, M. (1991). *El cuerpo en la mente*. Madrid: Debate.
- Jonson-Laird, P. N. (1987). Modelos mentales en ciencia cognitiva. En D. A. Norman (Ed.). *Perspectivas de la ciencia cognitiva* (pp. 179-231). Barcelona: Paidós.
- Khisty, L. L. y Chval, K. (2002). Pedagogic discourse and equity in mathematics: When teachers' talk matters. *Mathematics Education Research Journal*, 14, 154-168.
- Kitcher, P. (1984). *The Nature of Mathematical Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.
- Kline, M. (1992). *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días* (Vol, I, II y III). Madrid: Alianza Universidad.
- Kress, G, Jewitt, C, Ogborn, J, Tsatarelis, C, (2001). *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom*, London and New York: Continuum.
- Kress, G. Ogborn, J. y Martins, I. (1998). A satellite view of language: Some lessons from science classrooms, *Language awareness*, 7 (2-3), 69-89.
- Kress, G. & Van Leeuwen, T. (1990). *Reading images: a grammar of visual design*. London: Routledge.

- Kress, G. & Van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse - The Modes and Media of Contemporary Communication*. London, UK: Arnold
- Lacasta, E. y Pascual, J. R. (1998). *Las funciones en los gráficos cartesianos*. Madrid: Síntesis.
- Lakoff, G. (1990). The Invariante Hipótesis: Is abstract reason based on image schemas?. *Cognitive Linguistics*, 1(1), 39-74.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1991). *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid: Cátedra.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*. Nueva York: Basic Books.
- Lakoff, G. y Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic Books.
- Lakoff, G. y Turner, M. (1989). *More than Cool Reason*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lemke, J. (1998). Multipling meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. En J. Martin, & R. Veel (Eds). *Reading Science: critical and functional perspectives on scientific discourse* (pp. 87-113). London: Routledge.
- Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes, y acciones. En M. Benlloch (Ed.), *La educación en ciencias* (pp. 159-186). Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. L. (2003). Mathematics in the middle: Measure, picture, gesture, sign, and word. En M. Anderson, A. Saenz-Ludlow, S. Zellweger, & V. V. Cifarelli (Eds.), *Educational perspective on mathematics as semiosis: From thinking to interpreting to knowing* (pp. 215–234). Ottawa, Ontario, Canada: Legas.
- Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: A sociocultural approach to studies the teaching and learning of mathematics. *Educational studies in mathematics*, 46 (1-3), 87-113.
- Locke, J. (1999). *Ensayo sobre el entendimiento humano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Márquez, C. (2002). *Comunicació multimodal en l'ensenyament del cicle de l'aigua*. Barcelona: Tesi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Moore, G. E. (1972). *Defensa del sentido común y otros ensayos*. Madrid: Taurus.

- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What gestures reveal about thought*. Chicago: Chicago University Press.
- Nemirovsky, R. (2003). Three conjectures concerning the relationship between body activity and understanding mathematics. En N. A. Pateman, B. J. Dougherty y J. T. Zilliox (Eds.). *Proc. 27th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 103-135). Honolulu, Hawái: PME.
- Nietzsche, F.(1990). *Sobre Verdad y Mentira en Sentido Extramoral*. Madrid: Tecnos.
- Núñez, R. (2000). Mathematical idea analysis: What embodied cognitive science can say about the human nature of mathematics. En T. Nakaora y M. Koyama (Eds.). *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, pp. 3-22). Hiroshima: PME.
- Núñez, R. (2004). Do Real Numbers Really Move? Language, Thought, and Gesture: The Embodied Cognitive Foundations of Mathematics. En R. Hersh (Ed.). *18 Unconventional Essays on the Nature of Mathematics* (pp. 160-181). New York: Springer.
- Núñez, R. (2005). Creating Mathematical Infinities: The Beauty of Transfinite Cardinals. *Journal of Pragmatics*, 37, 1717-1741.
- Núñez, R., Edwards, L. y Matos, J. F. (1999). Embodied cognition as grounding for situatedness and context in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 45-65.
- Otte M. (2001). Epistemologia matemática de un ponto de vista semiótico. *Educação Matemática Pesquisa*, 3(2), 11-58.
- Perelman, C. y Olbrechts-Tyteca, L. (1968). *Traité de l'argumentation*. Bruselas. Bruselas: Éditions de L'Université de Bruxelles.
- Planas, N. (2005). El papel del discurso en la construcción del Discurso de la práctica matemática. *Cultura y Educación*, 17(1), 19-34.
- Platón. (1993). *La República* (J. M. Pavón y M. Fernández Galiano, Trads.). Mexico: Universidad Nacional de México
- Presmeg, N. C. (1992). Prototypes, metaphors, metonymies, and imaginative rationality in high school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 23 (6), 595-610.
- Presmeg, N. (1998). Metaphoric and Metonymic Signification in Mathematics. *Journal for Mathematical Behaviour*, 17, 25-32.

- Presmeg, N. C. (2002). Mathematical idea analysis: A science of embodied mathematics – A review of where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33, 59-63.
- Presmeg, N. C. (2004). Use of personal metaphors in the learning of mathematics. *TSG 25, ICME 10*. Recuperado el 5 de octubre de 2005, de <http://www.icme-organisers.dk/tsg25/>.
- Puig Adam, P. (1965). *Curso de Geometría métrica. Tomo I. Fundamentos*. Madrid: Nuevas Gráficas.
- Pylyshyn, Z. W.: (1983). La naturaleza simbólica de las representaciones mentales. En M. V. Sebastián (Ed.). *Lecturas de psicología de la memoria* (pp. 367-384). Madrid: Alianza Universidad.
- Quintiliano. *institutio Oratória, VIII, vi, 8*, (Ignacio Rodríguez y Pedro Sandier, trads.). Recuperado el 12 de abril de 2007, del sitio web de la Biblioteca virtual Miguel de Cervantes: <http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/24616141101038942754491/index.htm>
- Radden, G. (2000). How metonymic are metaphors. En A. Barcelona (Ed.). *Metonymy and Metaphor at the Crossroads* (pp. 93-108). Berlín: Mouton de Gruyter.
- Ramos, A. B. (2006). *Objetos personales matemáticos y didácticos del profesorado y cambios institucionales. El caso de la contextualización de las funciones en una facultad de ciencias económicas y sociales*. Barcelona: Tesis Doctoral no publicada, Universitat de Barcelona.
- Ramos, A. B. y Font, V. (2006). Contesto e contestualizzazione nell'insegnamento e nell'apprendimento della matematica. Una prospettiva ontosemiotica. *La Matematica e la sua didattica*, 20 (4), 535-556.
- Ruíz, L. (1998). *La noción de función: Análisis epistemológico y didáctico*. Jaén: Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Ruiz de Mendoza, F. J. (1997). Metaphor, metonymy, and conceptual interaction. *Atlantis*, 19 (1), 281-295.
- Ruiz de Mendoza, F. J. (1999). *Introducción a la Teoría Cognitiva de la Metonimia*. Granada: Método Ediciones.
- Ruiz de Mendoza, F. J. (2000). The role of mappings and domains in understanding metonymy. En A. Barcelona (Ed.). *Metonymy and Metaphor at the Crossroads* (pp. 109-132). Berlín: Mouton de Gruyter.

- Sastre, P., Boubée, C., Rey, G., Maldonado, S. y Villacampa, Y. (2006). Evolución histórica de las metáforas en el concepto de función. En G. Martínez Sierra (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 19, 22-27.
- Searle, J. (1979). *Expression and meaning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Serrano, L., Bosch, M. y Gascón, J. (en prensa). “Cómo hacer una previsión de ventas”: propuesta de recorrido de estudio e investigación en un primer curso universitario de administración y dirección de empresas. *Actas del II Congreso Internacional de la Teoría Antropológica de lo didáctico*.
- Sriraman, B. y English, L. D. (2005). Theories of Mathematics Education: A global survey of theoretical frameworks/trends in mathematics education research. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 37(6), 450-456.
- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical leaning. *Educational studies in mathematics*, 46 (1-3), 13-57.
- Sperber, D. y Wilson, D. (1994), *La relevancia. Comunicación y procesos cognitivos*. Madrid: Visor.
- Talmy, L. (1999). Fictive motion in language and “ception”. En P. Bloom, M. Peterson, L. Nadel & M. Garrett (Eds.). *Language and Space* (pp. 211-276). Cambridge: MIT Press.
- Talmy (2000). *Toward a Cognitive Linguistics*. Cambridge: MIT Press.
- Taylor, J. R. (1989). *Linguistic Categorization. Prototypes in Linguistic Theory*. Oxford: Clarendon Paperbacks:
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Turner, M. y Fauconnier. G. (1995). Conceptual Integration and Formal Expression. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10(3), 183-203.
- Van Dormolen, J. (1991). Metaphors Mediating the Teaching and Understanding of Mathematics. En A. J. Bishop & S. Melling Olsen (Eds.). *Mathematical Knowledge: Its Growth Through Teaching* (pp. 89-106). Dordrecht: Kluwer A. P.
- Van Dyck, T. A. (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.

- VV. AA. (2006). Semiotic perspectives on learning mathematics and communicating mathematically. Special Issue. En N. A. Sáenz-Ludlow y N. Presmeg (Eds). *Educational Studies In Mathematics*, (61), 1–296.
- Wilson, D. y Sperber, D. (2004). Relevance Theory. En G. Ward and L. Horn (Eds.). *Handbook of Pragmatics* (pp. 607-632). Oxford: Blackwell.
- Wittgenstein, L. (1953). *Investigaciones filosóficas*. Barcelona: Crítica.
- Wittgenstein, L. (1987). *Observaciones sobre los fundamentos de la matemática*. Madrid: Alianza Editorial.
- Wittgenstein, L. (1990). *Conferencia sobre ética*. Barcelona: Paidós/ICE-UAB.
- Youschkevitch, A. P. (1976). The Concept of Function up to the Middle of the 19 th Century. *Archive for History of Exact Sciences*, 16, 37-85.
- Zack, V. y Graves, B. (2001). Making mathematical meaning through dialogue: "Once you think of it, the z minus three seems pretty weird." En C. Kieran, E. Forman, & A. Sfard (Eds.). *Bridging the individual and the social: Discursive approaches to research in mathematics education. Special Issue, Educational Studies in Mathematics*, 46(1-3), 229-271.