

Hábito y generalización

Eliseo Fernández
fernande@lindahall.org

1. Introducción

Los dos vocablos del título, “hábito” y “generalización” son expresiones del lenguaje ordinario que cobran un sentido peculiar y abstracto en el pensamiento peirceano. Este breve ensayo tiene por objeto deslindar sus significados y relaciones mutuas a fin de iluminar ciertos puntos cruciales de ese pensamiento en relación con algunas cuestiones filosóficas de gran interés y vigencia en la actualidad.

Dentro de diversas temáticas los conceptos mentados por estos dos términos se muestran fundamentales para la comprensión de las ideas de Peirce y para su posible desarrollo futuro por parte de otros pensadores. Están lógicamente entrelazados e imbricados con otras nociones-clave de su pensamiento, integrando una apretada trama de concepciones que se apoyan y refuerzan mutuamente. Intentaré aquí desentrañar algunas de estas interconexiones con miras a dilucidar las consecuencias que resultan de adoptar estos conceptos y de vislumbrar las perspectivas que nos abren.

En lo que sigue persigo una visión unificada desde la cual se divisa un punto focal donde convergen varias de las más importantes ideas de Peirce. Esta perspectiva emerge del reconocimiento de que su pensamiento se mueve hacia una meta que él constantemente insinúa pero no llega a articular explícitamente — al menos en ninguno de los numerosos escritos que he logrado examinar. La tácita meta a que me refiero no es otra cosa que la de **generalizar la idea misma de generalización**. El carácter autorreferencial de este proyecto es consonante con otras nociones de tipo similar que surgen con cierta frecuencia en su obra, y que se manifestarán aquí bajo la rúbrica del “hábito de adquirir hábitos”¹.

¹ En otras publicaciones he subrayado el papel más o menos implícito de la autoreferencialidad en otras concepciones peirceanas, tales como la semiosis, o la misma noción de signo. Ver, por ejemplo, Fernández 2008, 2010a.

2. Hábitos

El “hábito” que nos ocupa resulta de una extrema generalización del significado que tiene ese término en su sentido ordinario. Por ejemplo, tengo el **hábito** de salir a caminar con un paraguas cuando noto que hay nubes muy oscuras en el cuadrante sur. Como consecuencia de memorables mojaduras he adquirido este hábito porque cuando aparecen tales nubes **habitualmente** llueve.

En el caso de una persona o de otro organismo cualquiera el hábito es simplemente una tendencia adquirida o innata a manifestar un cierto tipo de comportamiento cada vez que se presentan circunstancias de un carácter bien determinado. Los perros corren a los gatos por un hábito que parecería congénito, pero los pobres perros de Pavlov adquirirían nuevos hábitos a toque de campanilla.

Cuando aplicamos el término “habitualmente” a la lluvia estamos generalizando por analogía el concepto de hábito, partiendo del comportamiento de organismos, hasta abarcar ciertos fenómenos físicos del todo distintos. Podemos contentarnos con esta mera analogía o intentar ir más allá, hacia una generalización de orden superior. Ella tendrá un carácter más abstracto y resultará aplicable a muchas situaciones que no están directamente relacionadas con comportamientos de organismos o vicisitudes meteorológicas, instancias éstas que quedarán subsumidas como casos particulares. Tal es precisamente la ruta que Peirce nos invita a emprender.

Como veremos más adelante, generalizar la noción de hábito entraña un tipo de operación especial debido a que los hábitos son ellos mismos agentes generalizadores, de modo que lo que nos ocupa es una generalización de orden superior, una especie de meta-generalización. Una vez generalizada, la noción de hábito asume una amplitud que le permite cubrir instancias tan diversas como las de *símbolo*, *regla*, *propensión*, y *ley de la naturaleza*.

3. Generalizaciones

La operación de generalizar es posiblemente la más esencial de las funciones del intelecto humano. En ciencia y filosofía el desarrollo del pensamiento está jalonado por la progresiva generalización de conceptos, hipótesis, argumentos y teorías.

Para comenzar, Peirce generaliza la idea de generalización desde su significado como operación lógica hasta extenderla a las acciones mentales que la subtienden, abarcando todo el ámbito psíquico de las funciones mentales. Considera que la tendencia a la generalización es, ni más ni menos, “la ley de la mente”. En sus propias palabras:

La más primaria y fundamental ley de acción mental consiste en una tendencia a la generalización. Los sentimientos tienden a extenderse; las conexiones entre sentimientos despiertan sentimientos; los sentimientos próximos se asimilan, las ideas tienden a reproducirse. Éstas son otras tantas formulaciones de una única ley del crecimiento de la mente. Cuando ocurre una perturbación de sentimientos tenemos conciencia de ganancia, la ganancia de experiencia; y una nueva perturbación tenderá a asimilarse a la que la precedió. Al ser excitados, los sentimientos se hacen más fácilmente excitables, especialmente de la manera en que fueron excitados previamente. La conciencia de tal hábito constituye una concepción general (*CP* 6.21, 1891).²

En un segundo paso Peirce generaliza la forma de generalización que caracteriza la vida de los signos y de la mente a su manifestación como característica de la vida en general, en la evolución, desarrollo y crecimiento de los organismos y sus asociaciones. Desde un punto de vista suficientemente general los signos pueden concebirse como seres vivientes y viceversa.

Todo símbolo es un ser viviente, en un sentido estricto que no es una mera figura retórica. El cuerpo del símbolo cambia, pero su significado crece inevitablemente,

² The one primary and fundamental law of mental action consists in a tendency to generalization. Feeling tends to spread; connections between feelings awaken feelings; neighboring feelings become assimilated; ideas are apt to reproduce themselves. These are so many formulations of the one law of the growth of mind. When a disturbance of feeling takes place, we have a consciousness of gain, the gain of experience; and a new disturbance will be apt to assimilate itself to the one that preceded it. Feelings, by being excited, become more easily excited, especially in the ways in which they have previously been excited. The consciousness of such a habit constitutes a general conception.

incorpora nuevos elementos y rechaza elementos anteriores (EP2, 264; CP 2.222, 1903)³.

Recíprocamente, los organismos y sus asociaciones son signos y están animados por efecto de innumerables transacciones semióticas. Esto constituye el campo de investigación de una flamante disciplina científica de inspiración peirceana, la **biosemiótica** (ver, por ejemplo, Barbieri 2007, Hoffmeyer 2008, Fernández 2010a, 2012a).

En un tercer y decisivo estadio Peirce generaliza la forma de generalización que caracteriza la evolución biológica para ascender al marco omnicomprendido de la evolución cósmica. Esta suprema generalización, que cobija por igual los linajes de signos, organismos y astros, es lo que a partir de ahora evocará el término “hábito” en su acepción más general: el hábito de adquirir hábitos. Según Peirce, en el origen mismo del tiempo el universo emergió de un caos concebido como un vacío total de determinación y, por consiguiente, un pleno de posibilidades totalmente indeterminadas. El siguiente fragmento, que data de 1898, expone en forma escueta y sumaria los papeles que juegan el hábito, la generalización y el concepto autorreferencial del “hábito de adquirir hábitos” en la cosmología evolutiva que preconiza Peirce:

Las cualidades [como meras posibilidades] son ya posibles. La existencia misma ha comenzado. Ocurren reacciones accidentales. Varios continuos se establecen. Una tendencia hacia la generalización es operativa. Pero todavía no puede decirse que exista *cosa* alguna; mucho menos ninguna conciencia personal. Las reacciones accidentales son puramente accidentales, no reguladas en grado alguno por ley, [son] la acción de un azar brutal y ciego.

Pero ahora la tendencia hacia la generalización que ya es operativa, y que en efecto es más antigua que la existencia misma, comienza a agrupar las reacciones accidentales en continuos fragmentarios. En continuos, porque tal es la naturaleza lógica de la generalización. En continuos fragmentarios porque la tendencia a la generalización tiene que combatir la brutalidad sin ley del azar, con su juvenil imprevisibilidad y bullente vivacidad.

Al principio, durante las tempranas eternidades, esas generalizaciones y continuos resultan aplastados tan pronto parecen. Porque son en sí mismos de un tipo desorganizado y sin vitalidad. Pero en esta caótica riña interminable entre generalización y azar sucede que surge una generalización: a saber, una tendencia limitada, pero no obstante general, a la formación de hábitos, a repetir reacciones

³ "Every symbol is a living thing, in a very strict sense that is no mere figure of speech. The body of the symbol changes slowly, but its meaning inevitably grows, incorporates new elements and throws off old ones."

que ya han tenido lugar bajo circunstancias similares. Ahora bien, la diferencia entre esta generalización, esta tendencia hacia una ley, y las demás es que ésta es tal que por su propia ley estaba siempre tendiendo a hacerse más fuerte. [...] hasta que a la postre [...] surgió en la naturaleza un grado definido, y como decir, perceptible, de tendencia a adquirir hábitos. Ésta fue la primera ley de la naturaleza y continuamente estaba, y sigue estando, reforzándose a sí misma. Comenzó a establecerse un hábito de adquirir hábitos, y un hábito de reforzar el hábito de adquirir hábitos, y un hábito de reforzar este hábito, y así *ad infinitum*. La adquisición de [un] hábito no es otra cosa que una generalización objetiva que tiene lugar en el tiempo. Es la ley lógica fundamental en curso de realización (NEM 4, 139-140, 1898) ⁴.

4. Hábitos y leyes

La cosmología especulativa de Peirce, esbozada en el fragmento citado, fue por muchos años objeto de irrisión y desdén por parte de filósofos y científicos movidos por una fuerte antipatía hacia ciertas concepciones filosóficas en que estas especulaciones cosmológicas se basan.

Hace dos años en este mismo foro tuve oportunidad de exponer en cierto detalle cómo esta situación está cambiando en virtud de varios descubrimientos que tuvieron lugar en las ciencias físicas durante el siglo pasado. No es apropiado repetir aquí la substancia de esas reflexiones, que los interesados encontrarán cómodamente disponibles en versión electrónica

⁴ Qualities are already possible. Actual existence has begun. Accidental reactions are taking place. Several continua are established. A tendency toward generalization is operative.

But as yet no *thing* can be said to exist; much less any personal consciousness. The accidental reactions are purely accidental, unregulated in any degree by law, the work of blind and brutal chance.

But now the tendency toward generalization which is already operative, and which indeed is more ancient than actual existence itself, begins to group the accidental reactions into fragmentary continua. Into continua, because such is the logical nature of generalization. Into fragmentary continua because the tendency to generalization has to fight the lawless brutality of chance with its youthful freakishness and ebullient vivacity. At first, during the early eternities, those generalizations and continua are smashed as soon as they appear. For they are themselves of a haphazard kind with no vitality. But in this endless haphazard shindy between generalization and chance this generalization happens to come about, namely a limited but still a general tendency toward formation of habits, toward repeating reactions that had already taken place under like circumstances. Now the difference between this generalization, this tendency toward law, and the rest was that this was one which by its own law was always tending to grow stronger. [...] until at length, [...], there came to be a decided and so to say a sensible degree of tendency in nature to take habits.

This was the earliest of the laws of nature and was and still is continually strengthening itself. A habit of acquiring habits began to be established, and a habit of strengthening the habit of acquiring habits, and a habit of strengthening that habit, and so on *ad infinitum*.

The acquiring [of] a habit is nothing but an objective generalization taking place in time. It is the fundamental logical law in course of realization (NEM 4, 139-140, 1898).

(Fernández 2010 y 2012a). Con respecto a las cuestiones que nos ocupan bastará aquí pasar somera revista a unas pocas consideraciones en lo que atañe a la evolución de las leyes físicas.

Hay un hecho notable que ha pasado generalmente desapercibido y que, en mi opinión, debería afectar profundamente la filosofía de las ciencias físicas. Se trata de la ruptura de la larga tradición de ahistoricidad de esas ciencias. En efecto, desde la creación de la física moderna en el siglo XVII y en contraste con otras disciplinas —particularmente las ciencias biológicas desde antes de Darwin— las ideas evolutivas no lograban hallar cabida en los esquemas explicativos de las ciencias físicas. En su forma más simple estos esquemas se basan en la conjunción de dos factores antitéticos: las condiciones iniciales de un fenómeno o proceso, y las leyes de la física.

Las condiciones iniciales son determinaciones singulares y contingentes que resultan generalmente manipulables y cuantitativamente registrables durante la preparación de experimentos. Estas condiciones definen el **estado inicial** de un sistema físico (por ejemplo, la velocidad y dirección con que un proyectil emerge de la boca de un cañón en un instante determinado).

Dentro de la física tradicional las leyes de la naturaleza son, en contraste, **principios inmutables** de carácter universal y necesario, situados en una abstracta jerarquía de ascendente generalidad. Dado el estado de un sistema, definido por las condiciones iniciales, las leyes físicas permiten calcular unívocamente las secuencias de estados subsiguientes al estado inicial (en el ejemplo anterior, la trayectoria parabólica, las posiciones y velocidades en cada instante, etc., que dictan la ley de Galileo).

Es un hecho notable que en tiempos recientes los físicos teóricos han redescubierto, ante la exigencia de explicar datos experimentales inesperados y recalcitrantes, algunas ideas que Peirce avanzó a partir de sus especulaciones y que previamente les habían parecido filosóficamente repugnantes.

Entre las ideas así redescubiertas figuran dos que se apoyan mutuamente: la realidad del azar objetivo (aleatoriedad real, independiente de limitaciones en nuestros poderes de predicción) y la mutabilidad de las leyes físicas (según Peirce las leyes más estrictas evolucionan a partir de

leyes menos restrictivas, que dejan un margen más amplio a la indeterminación del azar).

En la actualidad la noción de que las leyes evolucionan ha finalmente encontrado favor entre físicos y cosmólogos de sólida reputación científica. Entre ellos Leo Smolin, un eminente investigador reconocido por sus propuestas para reconciliar las teorías relativistas de la gravedad con las exigencias de la física cuántica, ha desarrollado la concepción de un mecanismo análogo al de la selección natural en biología para explicar la evolución de las leyes físicas en el pasado remoto (Smolin 1997, 2012). En sus trabajos Smolin cita a Peirce y le concede merecido crédito por haber anticipado la necesidad de tal evolución. Remarcablemente sus teorías lo conducen a contemplar estadios tempranos de la evolución cósmica en que la dicotomía entre leyes y condiciones iniciales, que apuntamos más arriba, deja de ser absoluta.

Desde el punto de vista de Peirce las leyes de la física no son principios abstractos que misteriosamente gobiernen los fenómenos sin participar en ellos. Son, por el contrario, hábitos imputables a los entes y procesos naturales en calidad de tendencias o disposiciones a comportarse de una misma manera cada vez que se repitan circunstancias de un cierto carácter general.

5. Generalización y vida de la ciencia.

Hasta este punto he tratado solamente ciertas ideas de Peirce sin intentar ir más allá de lo que él expresó y de lo que puede inferirse con bastante certeza de sus textos. Para desarrollarlas y extenderlas a la luz de las nuevas concepciones y descubrimientos que surgieron posteriormente a su obra es necesario avanzar nuevas hipótesis que tales hallazgos sugieran o hagan necesarias. Debido al escaso espacio que nos resta debemos contentarnos con apuntar unas pocas observaciones y proponer algunas ideas que ellas motivan, con la esperanza de explorarlas en futuras investigaciones.

La noción de *generalización* junto con otras concepciones estrechamente allegadas, como *abstracción* y *unificación*, fue objeto de notables alteraciones y desarrollos en el siglo pasado, suscitados por nuevos descubrimientos dentro de disciplinas en que la operación de generalizar

juega un papel preeminente. Esto es el caso especialmente en física, matemáticas y lógica.

El descubrimiento del insospechado poder heurístico de una importante forma de generalización desempeñó un papel crucial en la creación de la mecánica cuántica en las tres primeras décadas del siglo XX. Los físicos confrontaban fenómenos que no eran predecibles, y frecuentemente ni siquiera inteligibles, a la luz de las concepciones clásicas. Se hacía necesario descubrir una guía que sugiriera cómo modificar y extender estas concepciones hasta poder dar cuenta de esos nuevos y enigmáticos fenómenos.

El *principio de correspondencia* formulado por Niels Bohr constituyó tal guía. En su forma original incitaba a formular hipótesis que se revelaran como generalizaciones de las leyes de la física clásica, en el sentido de que en el límite de grandes números cuánticos (altas energías, extensas órbitas, etc.) se redujeran a las leyes clásicas, las que generan similares predicciones, frecuentemente en la forma de promedios estadísticos.⁵

Este tipo de reducción no es una peculiaridad de las relaciones entre la física cuántica y la clásica. Por el contrario, se manifiesta como un fenómeno general: las nuevas teorías incorporan, en carácter de aproximaciones límites, las teorías que ellas suplantán. Los ejemplos abundan. La mecánica newtoniana, por ejemplo, aparece como una aproximación válida a las explicaciones de la teoría de la relatividad restringida, generando predicciones prácticamente equivalentes cuando nos limitamos a considerar velocidades mucho más bajas que la de la luz; la ley de la caída de Galileo es un caso límite aproximado de una ley similar que se deriva de las leyes de Newton, etc.

Diversos filósofos de la ciencia han propuesto generalizaciones del principio de Bohr bajo el título de “principio de correspondencia generalizado”, para elevarlo a una fórmula heurística aplicable en las ciencias en general (ver, por ejemplo, Post 1971, Radder 1991, Fernández 1993). El principio de correspondencia generalizado es en realidad una aplicación heurística de un hallazgo filosófico, fruto de una reflexión sobre

⁵ Con respecto a la notable fecundidad de este principio se suele citar a Max Jammer: “Raramente en la historia de la física ha habido una teoría que le haya debido tanto a un solo principio como le debió la mecánica cuántica al principio de correspondencia de Bohr” (Jammer 1966, p. 118).

el desarrollo histórico de las teorías científicas. Este examen logra revelar una crónica de progresivas sustituciones de teorías precedentes por otras nuevas, superiores, que en efecto las generalizan.⁶

Desde la perspectiva de Peirce esta reflexión confirma el ascenso creativo de la tendencia a generalizar, que es la contrapartida analógica en la esfera intelectual de la creatividad que la naturaleza despliega en la evolución de los seres vivos. Las novedades evolutivas que hicieron posible la emergencia de bacterias, por ejemplo, están integradas como “casos límites”, según esta analogía, en las células que integran los tejidos de nuestro organismo.

Los científicos buscan continuamente conceptos, hipótesis y teorías que prometan explicar los fenómenos con un máximo de generalidad, y de este modo obtener la más profunda unificación de los hallazgos más diversos bajo una única estructura conceptual. Se generan así nuevas teorías capaces de explicar no solamente lo que quedaba sin explicar en teorías precedentes, sino también la razón por la cual las suplantadas proporcionaban resultados correctos dentro de los límites de sus aplicaciones previas.

Las matemáticas y la lógica del siglo XX han generado un asombroso torrente de creatividad teórica y de concepciones de una generalidad y universalidad inigualada, que hubieran deleitado a Peirce. Mencionemos, entre otras muchas, los descubrimientos de la metamatemática, la geometría algebraica, la teoría de las categorías y de topos, el análisis no-estándar, los “motivos” y “esquemas” de Grothendieck. Todas ellas extienden o prometen extender concepciones embrionarias que Peirce no llegó a elaborar. Actualmente el carácter extremadamente técnico y abstracto de estas teorías suele colocarlas fuera del alcance de los que no somos matemáticos profesionales⁷.

⁶ Post enuncia la forma generalizada así: “La más importante restricción heurística es el *Principio de Correspondencia General*. En términos generales, es el requisito de que cualquier teoría nueva aceptable L debe dar cuenta del éxito de su predecesora S “degenerándose” en esa teoría bajo aquellas condiciones dentro de las cuales S haya sido bien confirmada por pruebas experimentales. (The most important heuristic restriction is the *General Correspondence Principle*. Roughly speaking, this is the requirement that any acceptable new theory L should account for the success of its predecessor S by ‘degenerating’ into that theory under those conditions under which S has been well confirmed by tests) (Post 1971, p. 228).

⁷ Afortunadamente, tenemos los accesibles y minuciosos estudios de Fernando Zalamea, que exploran las diversas vertientes del pensamiento matemático contemporáneo desde una perspectiva informada por la filosofía peirceana. Ver, por ejemplo, Zalamea 2001, 2008, 2010, 2011.

6. Para concluir

Como es sabido, las investigaciones lógicas y matemáticas de Peirce, en especial su inacabada teoría del continuo matemático y sus gráficos existenciales lo condujeron a su doctrina del sinejismo y a considerar la continuidad matemática como la más alta forma de generalidad.

Hoy conocemos otras formas excelsas de generalidad que no fueron anticipadas por Peirce. Entre ellas la matemática y la física de la primera mitad del siglo veinte reveló el enorme poder generalizador de la noción de **simetría**, entendida como propiedad de aspectos de los fenómenos que ciertas transformaciones dejan invariantes. No es exageración decir que esta concepción es la idea rectora de la física del siglo XX, y que reemplazó en ese papel al que jugaba el concepto de energía hacia fines del siglo anterior (ver, por ejemplo, Fernández 2012b). Algunos autores han desarrollado recientemente la tesis de Eugene Wigner de que las simetrías son una suerte de meta-leyes, en el sentido de que su virtud generalizadora reside en el hecho de que ellas restringen a las leyes en forma análoga a cómo las leyes restringen los procesos físicos (ver, por ejemplo, Lange 2007). En la segunda mitad del siglo veinte la noción asociada de **ruptura de simetría** se reveló como una potente fuerza unificadora al desempeñar un papel clave similar en disciplinas hasta entonces separadas, en distintas ramas de la física, en química y en biología.

Estas consideraciones me han llevado a especular sobre la posibilidad de extender el sinejismo peirceano en una concepción más vasta que incorpore la función generalizadora de las ideas concernientes a simetría y otras formas de invariancia. En un trabajo en preparación (Fernández 2012c) propongo interpretar la adquisición de hábitos en función del fenómeno de ruptura de simetría. Espero de esta manera aportar una modesta contribución a la gigantesca tarea de consolidar y extender la empresa peirceana de generalizar la generalización.

Bibliografía

Barbieri, Marcello (ed.) (2007), *Introduction to Biosemiotics. The New Biological Synthesis*, Dordrecht, Springer.

Fernández, Eliseo (1993), “From Peirce to Bohr: Theorematic Reasoning and Idealization in Physics” en Moore, E. 1993, 233-245.

Fernández, Eliseo (2004). “[Symmetry: Key to nature and natural philosophy](#)”, *Metascience* 13 (3), 329-333.

Fernández, Eliseo (2008), “Signs and Instruments: the Convergence of Aristotelian and Kantian Intuitions in Biosemiotics”, *Biosemiotics* 1 (3), 347-359.

Fernández, Eliseo (2010a), “Taking the Relational Turn: Biosemiotics and Some New Trends in Biology”, *Biosemiotics* 3 (2), 147-156.

Fernández, Eliseo (2010b), “[Variescencia–Progreso cósmico y ciencia contemporánea](#)”, presentado en IV Jornadas "Peirce en Argentina", Buenos Aires, Argentina, agosto 26-27, 2010.

Fernández, Eliseo (2012a), “The Inner Semiotic Core of Biology”, *Metascience* 21 (1), 179-181.

Fernández, Eliseo (2012b), *Symmetry Breaks Out-A Fundamental Concept Jumps over Disciplinary Barriers*, Midwest Junto for the History of Science, 52^a conferencia anual, marzo 23-25, 2012. Disponible en http://www.lindahall.org/services/reference/papers/fernandez/symmetry_breaks_out.pdf

Fernández, Eliseo (2012c), “Semiosis and phase transitions in biology: The future of biosemiotics within a genuinely evolutionary conception of nature”, Twelfth Annual International Gatherings in Biosemiotics, University of Tartu, Estonia, 17-22 de julio de 2012. Disponible en: http://www.lindahall.org/services/reference/papers/fernandez/semiosis_and_phase.pdf

Hoffmeyer, Jesper (2008), *Biosemiotics: An Examination into the Signs of Life and the Life of Signs*, Scranton, University of Scranton Press.

Jammer, Max (1966), *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*, New York, McGraw Hill Book Co.

Lange, Marc (2007), “Laws and Meta-Laws of Nature: Conservation Laws and Symmetries”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 38 (7), 457-481.

Marietti, Susanna (2001), *Icona e diagramma: il segno matematico in Charles Sanders Peirce*, Milán, LED.

Moore, Edward C. (ed.) (1993), *Charles S. Peirce and the Philosophy of Science: Papers from the Harvard Sesquicentennial Congress*, Tuscaloosa, University of Alabama Press.

Moore, Matthew (ed.) (2010), *New Essays on Peirce's Mathematical Philosophy*, Chicago, Open Court.

Peirce, Charles Sanders (1931–1966), *The Collected Papers of Charles S. Peirce*, 8 vols., C. Hartshorne, P. Weiss & A. W. Burks (eds.), Cambridge, Harvard University Press. [Referencias abreviadas como *CP* y seguidas del volumen y el número de párrafo].

Peirce, Charles Sanders (1976), *The New Elements of Mathematics*, 4 vols., C. Eisele (ed.), Berlin & New York, Mouton de Gruyter. [Referencias abreviadas como *NEM* y seguidas del volumen y el número de párrafo].

Peirce, Charles Sanders (1998), *The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings*, vol. 2 (1893-1913). Peirce Edition Project (eds.), Bloomington, Indiana University Press [Referencias abreviadas como *EP 2* y seguidas por el número de páginas].

Post, Heinz (1971), “Correspondence, Invariance and Heuristics”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 2, 213-255.

Radder, Hans (1991), “Heuristics and the Generalized Correspondence Principle”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 42, 195-226.

Smolin, Lee (1997), *The Life of the Cosmos*, New York, Oxford University Press.

Smolin, Lee (2012), “Unification of the State with the Dynamical Law”. Disponible en <http://arxiv.org/abs/1201.2632>

Zalamea, Fernando (2001), *El Continuo Peirceano. Aspectos globales y locales de genericidad, reflexividad y modalidad: Una visión del continuo y la arquitectónica pragmática peirceana desde la lógica matemática del siglo XX*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

Zalamea, Fernando (2008), “La creatividad en las matemáticas y en las artes plásticas: Conceptografía de transferencias y obstrucciones a través del sistema peirceano”, *Utopía y Praxis Latinoamericana* 13 (40), 99-109.

Zalamea, Fernando (2010), “A Category-Theoretic Reading of Peirce’s System: Pragmaticism, Continuity and the Existential Graphs”, en Moore, M. 2010, 203-233.

Zalamea, Fernando y Nubiola, Jaime (2011), “Existential Graphs and Proofs of Pragmaticism”, *Semiotica* 186 (1/4), 421-439.