

<p>THE RADICAL CONSTRUCTIVIST VIEW OF SCIENCE Ernst von Glasersfeld Scientific Reasoning Research Institute University of Massachusetts Amherst, MA 01003 USA</p>	<p>La Visión Constructivista Radical de la Ciencia Ernst von Glasersfeld Scientific Reasoning Research Institute University of Massachusetts Amherst, MA 01003 USA</p>
--	---

Abstract

From the constructivist perspective, science cannot transcend the domain of experience. Scientific theories are seen as models that help to order and manage that domain. As the experiential field expands, models are replaced by others based on novel conceptual constructs.

The paper suggests the substitution of 'viability' or 'functional fit' for the notions of Truth and objective representation of an experienter-independent reality. This by-passes the sceptics' incontrovertible arguments against certain real-world knowledge and proposes the Piagetian conception of cognition as the function that generates ways and means for dealing with the world of experience.

Resumen

Desde la perspectiva constructivista, la ciencia no puede trascender el dominio de la experiencia. Las teorías Científicas son vistas como modelos que ayudan a ordenar y administrar ese dominio. Conforme se extiende el campo experiencial, los modelos son reemplazados por otros que se apoyan en constructos conceptuales novedosos.

El artículo sugiere la sustitución de "viabilidad" o "ajuste funcional" por las nociones de Verdad y representación objetiva de una realidad independiente del experienciador. Esto evita los argumentos escépticos incontrovertibles contra el conocimiento seguro del mundo real y propone la concepción Piagetiana de cognición como la función que genera formas y recursos para tratar con el mundo de la experiencia.

<p>Keywords: Abduction (Peirce), Abstractions, Experiential reality, Genetic Epistemology, Reflection, Scientific method, Scientific models, Theory of knowledge.</p>	<p>Palabras clave: Abducción (Peirce), Abstracciones, Realidad experiencial, Epistemología genética, Reflexión, Método científico, Modelos científicos, Teoría del conocimiento</p>
--	--

<p>During the last decade of the century that has just come to a close, the term 'constructivism' became popular, and that has certain disadvantages. Constructivism cropped up in daily papers as well as in official publications of educational offices. What it stood for was presented as a panacea by some and as a pernicious heresy by others. Some of the propagators and many of the critics had not taken the trouble to consider what constructivism was intended to do.</p>	<p>Durante la última década del siglo recién concluido, el término 'constructivismo' se ha hecho popular, y eso tiene ciertas desventajas. El constructivismo ha salido en los periódicos diariamente tanto como en las publicaciones de las oficinas educativas. Lo que se estableció fue presentado como una panacea por algunos y como una perniciosa herejía por otros. Algunos de los propagadores y muchos de los críticos no se han tomado el trabajo de considerar qué es lo que intenta hacer el constructivismo.</p>
--	--

<p>A clarification may therefore be appropriate. To begin with, it has to be pointed out that it does not purport to describe characteristics of the world but proposes a way of thinking that may be useful in dealing with a good many problems that face us today. This paper focuses specifically on the change of epistemological attitude the constructivist orientation might suggest to the practitioners of science and those who write about the results of that practice.</p>	<p>Así pues, podría resultar apropiada una clarificación. Para empezar, debe ser señalado que no se propone describir características del mundo sino que propone una forma de pensar que puede ser útil para el tratamiento de una buena cantidad de los problemas que enfrentamos hoy. Este artículo se enfoca específicamente sobre el cambio de una actitud epistemológica que puede sugerir la orientación constructivista a los profesionales de la ciencia y a aquellos que escriben sobre los resultados de tal práctica.</p>
--	--

<p>The ‘radical’ theory of knowing I have been working at for the last forty years is a developmental theory, based to a large extent on the work of Jean Piaget. He called his theory <i>Genetic Epistemology</i>, and his main purpose was the design of a model to show <i>how</i> children could possibly build up the knowledge they manifest as adults. He used the term ‘genetic’ in its 19th-century sense of ‘developmental’ and not in today’s biological sense of ‘depending on genes’. To most traditional philosophers, any such theory must be wrong, because it is based on what they call the ‘genetic fallacy’. True knowledge, to them, is a commodity supposed to exist as such, independent of experience, waiting to be discovered by a human knower. It is timeless and requires no development, except that the human share of it increases as exploration goes on.</p>	<p>La teoría “radical” del conocimiento en la que he estado trabajando por los últimos cuarenta años es una teoría desarrollacionista, fundamentada en gran parte sobre el trabajo de Jean Piaget. Él llamó a su teoría <i>Epistemología Genética</i>, y su propósito principal fue el diseño de un modelo para mostrar <i>cómo</i> los niños pudieran construir posiblemente el conocimiento que ellos manifiestan como adultos. Él usó el término ‘genético’ en el sentido de ‘desarrollo’ del siglo XIX, y no en el sentido biológico actual de ‘dependencia de los genes’. Para la mayoría de los filósofos tradicionales, cualquiera tal teoría debe ser equivocada, porque está basada en lo que ellos llaman la “falacia genética”. El verdadero conocimiento, para ellos, es una mercancía que se supone que existe como tal, independiente de la experiencia, aguardando ser descubierta por un cognoscente humano. Es atemporal y no requiere desarrollo, excepto que la contribución humana se incrementa conforme transcurre la exploración.</p>
--	--

<p>The ‘Growth’ of knowledge</p>	<p>El ‘Crecimiento’ del conocimiento</p>
---	---

<p>If philosophy of science is to give a plausible account of how scientists acquire what they consider to be knowledge, the conception of steady growth and expansion is clearly inadequate.</p>	<p>Si la filosofía de la ciencia nos va a dar cuenta plausible de cómo los científicos adquieren lo que ellos consideran ser conocimiento, la concepción de crecimiento y expansión gradual es claramente inadecuada.</p>
---	---

<p>The history of scientific ideas shows all too blatantly that there has been no over-all linear progression. The shifts from the geocentric to the heliocentric view of the planetary system, from Newton's spatially stable to Einstein's expanding universe, from the notion of rigid atomic determinism to that of a statistical basis and the principle of uncertainty, from an Earth with permanently arranged land masses to Wegener's continental drift - and other upheavals could be mentioned - are incontrovertible signs that fundamental concepts were relinquished and replaced by ideas that were incompatible with earlier pictures of the world.</p>	<p>La historia de las ideas científicas muestra demasiado descaradamente que no ha sido una progresión lineal global. El cambio del punto de vista egocéntrico al heliocéntrico del sistema planetario, de la noción espacialmente estable de Newton a la de universo en expansión de Einstein, de la rígida noción atómica determinista a aquella de base estadística y el principio de incertidumbre, de una Tierra con masas de tierra acomodadas permanentemente al movimiento continental de Wegener -y podrían ser mencionados otros trastornos- son signos incontrovertibles de que los conceptos fundamentales fueron reacuñados y reemplazados por ideas que fueron incompatibles con las imágenes más tempranas del mundo.</p>
---	--

<p>Karl Popper incorporated this observation in his 'Conjectures and refutations' and added as subtitle 'The growth of scientific knowledge' (Popper, 1968). He thought that this process was bound to lead science to a more and more adequate understanding of the real world. But he was unable to indicate how one could ever ascertain that the new conjectures were actually getting closer to such unquestionable 'Truth'. This was one of the problems that had prompted Thomas Kuhn to try another approach.</p>	<p>Karl Popper incorporó esta observación en su 'Conjeturas y Refutaciones' y añadió como subtítulo 'El crecimiento del conocimiento científico' (Popper, 1968). Él pensó que este proceso estaba obligado a guiar a la ciencia hacia un entendimiento más y más adecuado del mundo real. Aunque fue incapaz de indicar cómo uno pudiera alguna vez determinar si las nuevas conjeturas estarán acercándose a tal 'Verdad' incuestionable. Este fue uno de los problemas que orillaron a Thomas Kuhn a intentar otra aproximación.</p>
---	--

<p>One can certainly argue against details in Kuhn's description of 'scientific revolutions' (1970), but no one can deny that every now and then the invention of wholly unforeseeable concepts has relegated previously held convictions to the growing scrap heap of explanatory theories. The image of the scientist gradually unveiling the mysteries of a world that is and forever remains what it is, does not seem appropriate.</p>	<p>Ciertamente, uno puede argumentar en contra de los detalles en la descripción de Kuhn de las 'revoluciones científicas' (1970), pero nadie puede negar que de vez en cuando la invención de la totalidad de los conceptos imprevisibles ha relegado las convicciones sostenidas previamente para el creciente montón de basura de las teorías explicativas. No parece apropiada, la imagen de los científicos que gradualmente desvelan los misterios de un mundo que está y permanece por siempre como es.</p>
---	--

The Notion of Scientific Models	La Noción de Modelos Científicos
--	---

<p>One key to the puzzle was offered in the form of a metaphor proposed by Einstein: Physical concepts are free creations of the human mind, and are not, however it may seem, uniquely determined by the external world. In our endeavor to understand reality we are somewhat like a man trying to understand the mechanism of a closed watch. He sees the face and the moving hands, even hears its ticking, but he has no way of opening the case. If he is ingenious he may form some picture of a mechanism which could be responsible for all the things he observes, but he may never be quite sure his picture is the only one which could explain his observations. He will never be able to compare his picture with the real mechanism and he cannot even imagine the possibility or the meaning of such a comparison. (Einstein & Infeld, 1967, p.31)</p>	<p>Una clave para el rompecabezas se ofreció en la forma de una metáfora propuesta por Einstein:</p> <p>los conceptos físicos son creaciones libres de la mente humana, y sin embargo no están, como pudiera parecer, determinados de manera única por el mundo externo. En nuestro esfuerzo por entender la realidad somos de alguna manera como un hombre tratando de entender el mecanismo de un reloj cerrado. Él ve la carátula y las manecillas moviéndose, incluso oye su tic-tac, pero no tiene forma de abrir la caja. Si es ingenioso puede formarse alguna imagen de un mecanismo que pudiera ser responsable de todas las cosas que él observa, pero nunca estará seguro de que su imagen es la única que pudiera explicar sus observaciones. Nunca será capaz de comparar su imagen con el mecanismo real y nunca podrá incluso imaginar la posibilidad o el significado de tal comparación.</p> <p>(Einstein & Infeld, 1967, p.31)</p>
--	--

<p>Later Einstein formulated the guiding principle: The object of all science, whether natural science or psychology, is to coordinate our experiences and to bring them into a logical order. (Einstein, 1955, p.1)</p>	<p>Más tarde, Einstein formuló el principio guía:</p> <p>El objeto de toda ciencia, sea la ciencia natural o la psicología, es el coordinar nuestras experiencias y traerlas a un orden lógico.</p> <p>(Einstein, 1955, p.1)</p>
--	--

<p>This principle forms the core of the constructivist epistemology and determines the constructivist view, not only of the results of scientific endeavor but also of all the ordinary knowledge we glean from everyday experience. Scientists struggle to bring their experiential world into rational order, and so do most other human beings, except that their notions of order and the methods to create it are less coherent and less explicit. Roughly speaking, the scientist's task can be seen to consist of two alternating phases: the formation (invention)</p>	<p>Este principio constituye el corazón de la epistemología constructivista y determina el punto de vista constructivista, no solo de los resultados del esfuerzo científico sino también de todo el conocimiento ordinario que recogemos de la experiencia de todos los días. Los científicos luchan por traer su experiencia del mundo a un orden racional, y así lo hacen la mayoría de los seres humanos, excepto que sus nociones de orden y el método para crearlo es menos coherente y menos explícito. Dicho crudamente, las tareas del científico pueden ser vistas como consistentes de dos fases alternantes: la formación (invención) de estructuras conceptuales y los intentos de demostrar que la experiencia puede ser ajustada</p>
--	---

<p>of conceptual structures and the attempt to demonstrate that experience can be fitted into these structures. Like the ingenious observer in Einstein's metaphor, scientists invent theoretical models of mechanisms and test their viability in repeated and 'controlled' experiences that are called 'experiments'. Non-scientists gather rules of thumb and attempt to apply them in their living practice. For both the actual purpose is not to obtain a 'true' picture of an observer-independent 'reality', but to provide tools for the management of experience.</p>	<p>demostrar que la experiencia puede ser ajustada a estas estructuras. Como el observador ingenioso de la metáfora de Einstein, los científicos inventan modelos teóricos de mecanismos y prueban su viabilidad en experiencias repetidas y 'controladas' que son llamados 'experimentos'. Los no científicos recogen reglas prácticas e intentan aplicarlas a su práctica de vida. Para ambos el propósito real no es obtener una imagen de la 'verdad' de un observador independiente de la 'realidad', sino el proveerse de herramientas para el control de la experiencia.</p>
---	---

<p>Humberto Maturana has characterized the scientific method as a succession of four steps scientists enact when they intend to explain a specific phenomenon:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. They define the conditions under which the phenomenon can be observed, in the hope that others will be able to confirm the observation. 2. They propose a hypothetical mechanism or model that could serve as explanation of how the phenomenon might arise. 3. From this mechanism they deduce a prediction concerning an event that has not yet been observed. 4. Then they proceed to define and generate the conditions under which the mechanism is expected to lead to the observation of the predicted event. 	<p>Humberto Maturana ha caracterizado el método científico como una sucesión de cuatro pasos que los científicos llevan a cabo cuando intentan explicar un fenómeno específico:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definen las condiciones bajo las cuales pueden ser observados los fenómenos, en la esperanza de que otros serán capaces de confirmar la observación. 2. Proponen un mecanismo hipotético o modelo que pudiera servir como explicación de cómo pudiera surgir el fenómeno. 3. A partir de este mecanismo, deducen una predicción concerniente a un evento que aún no ha sido observado. 4. Proceden entonces a definir y generar las condiciones bajo las cuales se espera que el mecanismo guíe hacia la observación del evento predicho¹.
---	---

<p>Thanks to the frequent abuse of the word 'phenomenon' active scientists will hardly disagree with this analysis. Though it is not explicitly said, in this break-down the word is used in its proper sense; that is, it does not</p>	<p>Gracias al abuso frecuente de la palabra 'fenómeno' los científicos activos difícilmente estarán en desacuerdo con este análisis. Aunque no está dicho explícitamente, en este análisis la palabra es usada en su sentido propio; esto es, no se refiere a cosas en un</p>
---	---

¹ Maturana presented this analysis at the Symposium in honor of Eric Lenneberg (Maturana, 1978, p.28) and continued to sharpen its formulation in later talks and publications from which I composed the concise form presented here.

<p>refer to things in an independent world, but to what observers isolate in their experience. Scientists are prompted to use their method of inquiry when they experience something which for one reason or another, they feel, requires an explanation. In the history of science, this happened quite often when observations were made that could not be explained by current theories. As Kuhn remarked, however, established theories usually manifest resistance against observed anomalies. Quite often an additional mechanism could be patched on to an existing model in order to cover a disturbing phenomenon. But such patchwork tends to become cumbersome and sooner or later more radical rethinking is unavoidable. This, of course raises the question <i>how</i> explanatory models (and the less ambitious rules of thumb) are created in the first place.</p>	<p>mundo independiente, sino a aquello que los observadores aíslan en su propia experiencia. Los Científicos son impulsados a usar su método de indagación cuando experimentan algo que, por una razón u otra, ellos sienten, que requiere una explicación. En la historia de la ciencia, esto ha pasado con mucha frecuencia cuando fueron hechas observaciones que no pudieron ser explicadas por las teorías actuales. Sin embargo, como ha hecho notar Kuhn, las teorías establecidas usualmente manifiestan resistencia frente a las anomalías observadas. Muy frecuentemente un mecanismo adicional pudiera ser remendado sobre un modelo existente con el fin de cubrir un fenómeno perturbador. Pero tal trabajo de remiendo tiende a convertirse en algo aparatoso y tarde que temprano es inevitable una reconsideración radical. Esto, por supuesto provoca en primer lugar la pregunta <i>cómo</i> con creados los modelos explicativos (y las menos ambiciosas reglas prácticas).</p>
---	--

<p>Patterns of Creative Thinking</p>	<p>Patrones de Pensamiento Creativo</p>
---	--

<p>I would propose two ways that seem different at first sight but on closer examination turn out to be somewhat related. The first is not unlike what infants do when, overwhelmed by amorphous experience, they begin to isolate pieces that appear to turn up repeatedly.</p>	<p>Propondría dos formas que a primera vista parecen diferentes pero que, en análisis más cercanos parecen estar relacionados de alguna manera. La primera no es distinta a lo que los infantes hacen cuando, abrumados por una experiencia amorfa, empiezan a aislar piezas que encuentran repetidamente.</p>
--	--

<p>Repetition and regularity are the elementary tools for the structuring of an experiential world.</p>	<p>La repetición y la regularidad son las herramientas elementales para darle estructura a un mundo experiencial².</p>
---	---

<p>Some recurrent things can be coupled to form relatively reliable correlations or, better still, causal connections. The infant, without</p>	<p>Algunas cosas recurrentes se pueden acoplar a formas de correlación relativamente confiables o, mejor aún, a conexiones causales. El niño, sin concenar estas conexiones a través de la</p>
--	--

² From the constructivist perspective, the flow of experience does not present recurrent things as such, but repetition is created by the operations of 'assimilation'. A full account of assimilation is given in my 1995 book on Radical Constructivism.

<p>conceptualizing these connections through reflection, tries to reenact them because they produce an ‘interesting result’ (Piaget, 1937, chapter III). The adult scientist is able to reflect and abstract, and therefore can deliberately search for correlations among events and test them to find reliable patterns of the form P: if A (cause) - then B (effect). Where he can see a causal link, he formulates a rule and uses it as explanation, prediction, and, if possible, to control the sequence of experiences.</p>	<p>conceptuar estas conexiones a través de la reflexión, trata de volver a realizarlas porque le producen un ‘resultado interesante’ (Piaget, 1937, capítulo III). El científico adulto puede reflexionar y abstraer, y por lo tanto puede buscar deliberadamente correlaciones entre eventos y ponerlos a prueba para buscar patrones confiables de la forma P: si A (causa) – entonces B (efecto). Donde él puede ver una conexión causal, puede formular una regla y usarla como explicación, predicción, y, si es posible, para controlar la secuencia de experiencias.</p>
---	---

<p>The other way of postulating a model is based on what Charles Peirce called ‘abduction’. He considered this a third form of inference and defined it in the pattern of a syllogism: The surprising fact C is observed; But if A were true, C would be a matter of course; Hence, there is reason to suspect that A is true. (Peirce, 1931-35; 5.189)</p>	<p>La otra manera de formular un modelo está basada en lo que Charles Peirce denominó ‘abducción’. Él consideró esto como una tercera forma de inferencia y la definió en el patrón de un silogismo:</p> <p style="padding-left: 40px;">El hecho sorprendente C es observado; Pero si A fue verdad, C debiera ser un resultado esperado; Por lo tanto, hay razón para sospechar que A es verdad.</p> <p style="text-align: right;">(Peirce, 1931-35; 5. 189)</p>
---	--

<p>In Peirce’s formulation, ‘A’ stands for a hypothetical rule invented at the spur of the moment. To become viable as explanation and for making predictions, this new rule must be tested in the course of further experience - a kind of induction in reverse. If it turns out to be false, another rule has to be invented, until one is found that fits the experiential facts and can be considered a viable explanation.</p>	<p>En la formulación de Peirce, ‘A’ se sostiene para una regla hipotética inventada sin pensarla dos veces. Para que sea viable como explicación y para hacer predicciones, esta nueva regla deberá ser probada en el curso de futuras experiencias – una especie de inducción en reversa. Si resulta ser falsa, se deberá inventar otra regla, hasta que se encuentre una que ajuste los hechos de la experiencia y que pueda ser considerada como una explicación viable.</p>
---	---

<p>This, of course, leaves the question of how such hypothetical rules are invented. Peter Medawar, by all accounts a serious scientist, thought that it required “a sanguine expectation of success and that ability to <i>imagine</i> what the truth might be which Shelley believed to be cognate with the poet’s imagination” (Medawar, 1984, pp.17-</p>	<p>Esto, por supuesto, deja la cuestión de cómo son inventadas tales reglas hipotéticas. Peter Medawar, considerado por todos como un científico serio, pensó que esto requería “una expectativa optimista de éxito y aquella habilidad para <i>imaginar</i> que la verdad pudiera ser aquello que Shelley creyó ser afin con la imaginación de los poetas” (Medawar, 1984, pp. 17-18). En otras palabras, es un procedimiento que ha desafiado, en gran medida, a la explicación</p>
--	---

<p>18). In other words, it is a procedure that has so far defied rational explanation. Most people who have thought about it seem to agree that analogy plays a role in it. But <i>seeing</i> an analogy is itself a rather mysterious process that is not unlike a minor abduction.</p>	<p>desafiado en gran medida a la explicación racional. La mayoría de la gente que ha pensado acerca de ello parece estar de acuerdo en que la analogía juega un rol en ello. Pero <i>viendo</i> una analogía es ella misma un proceso más bien misterioso que no es diferente a una abducción menor.</p>
--	--

<p>The reason why I said earlier that the two ways of constructing rules are not altogether dissimilar is precisely this: any coordination of experiences (or 'data') requires focusing on at least some of their particular characteristics. The choice of characteristics is usually very large, but the selection of those that are helpful in the quest for regularities and rules is not always random. Sometimes one has a hunch, and it is this form of intuition that distinguishes the productive scientist from the humdrum collectors of pointless data.</p>	<p>La razón por la que antes dije que las dos formas de construir reglas no son del todo disímiles es precisamente ésta: cualquier coordinación de experiencias (o 'datos') requiere atención sobre al menos algunas de sus características particulares. La selección de características es usualmente muy grande, pero la selección de aquellas que son útiles en la búsqueda de regularidades y reglas no siempre es aleatoria. Algunas veces uno tiene una corazonada, y esta forma de intuición es la que distingue al científico productivo de los colectores rutinarios de datos sin dirección.</p>
---	--

<p>The Illusion of Objectivity</p>	<p>La Ilusión de la Objetividad</p>
---	--

<p>It is not surprising that concepts and their concatenation in causal chains that constitute theories, have to be modified and sometimes substituted when the range of experiences is enlarged and begins to incorporate areas that were hitherto not considered. The sudden development of shipping and sea voyages in the Renaissance, the invention of telescope, microscope, and x-rays, and many other technical achievements, generated experiences that exceeded the range of available theories and required fundamental conceptual changes.</p>	<p>No es sorprendente que los conceptos y sus concatenaciones en cadenas causales que constituyen teorías, tengan que ser modificadas y algunas veces sustituidas cuando el rango de experiencias se incrementa y empieza a incorporar áreas que hasta ahora no fueron consideradas. El desarrollo repentino de los navíos y viajes marítimos en el renacimiento, la invención del telescopio, microscopio y rayos X, y muchos otros logros técnicos, generaron experiencias que excedieron el rango de las teorías disponibles y requirieron cambios conceptuales fundamentales.</p>
--	---

<p>In spite of these upheavals the tacit assumption persists that a theory that continues to fit experience and to yield</p>	<p>A pesar de estos trastornos persiste la suposición tácita de que una teoría que continua ajustándose a la experiencia y que proporciona resultados satisfactorios debe de alguna manera</p>
--	--

<p>satisfactory results must in some way reflect the structure of an independent reality. From the constructivist point of view, this illusion springs largely from the confusion of, on the one hand, the experiential reality composed of whatever concepts and knowledge are found to be viable in the practice of living and, on the other, a world supposed to exist, describable in itself, irrespective of any experiencer.</p>	<p>reflejar la estructura de una realidad independiente. Desde el punto de vista constructivista, esta ilusión surge con mucho desde la confusión de, por un lado, la realidad experiencial compuesta de cualesquiera conceptos y conocimientos que son encontrados viables en la práctica de vida, y por la otra, un mundo que se supone que existe, y que es describable en sí mismo, sin respecto a experienciador alguno.</p>
--	---

<p>The way science is written about, and popularized, does much to reinforce this illusion, because it reiterates that the scientific method and its results are 'objective'. This is an irresponsible play on the ambiguities of the words 'object', 'objective', and 'objectivity'. The first is usually intended as an item isolated as part of experience; e.g. the chair you sit on, the keyboard in front of you, the hand that does the typing, the deep breath you have just taken. In short, any item of the furniture of someone's experiential world can be called an object. In contrast, the philosophically minded also use the word for items to which they ascribe 'existence', which is to say, they posit them as entities supposed to be independent of anyone's experience. In this vein, some mathematicians speak of numbers as 'mathematical objects' as though they existed without anyone generating them by reflection on an activity such as counting.</p>	<p>La forma en la que la ciencia se ha escrito y popularizado, refuerza en mucho esta ilusión, porque ella reitera que el método científico y sus resultados son 'objetivos'. Éste es un papel irresponsable en la ambigüedad de las palabras 'objeto', 'objetivo' y 'objetividad'. La primera se aborda usualmente como un ítem aislado como parte de la experiencia; e.g. la silla en la que te sientas, el teclado frente a ti, la mano que teclea, la inspiración profunda que acabas de hacer. En resumen, cualquier ítem del mundo experiencial de alguien puede ser llamada un objeto. En contraste, el interés filosófico también usa la palabra para ítems de los cuales ellos atribuyen 'existencia', lo que es decir, que ellos los postulan como entidades que se suponen ser independientes de la experiencia de cualquiera. En esta línea, algunos matemáticos hablan de los números como 'objetos matemáticos' como si existieran sin que nadie los generara a través de la reflexión o por alguna actividad tal como el conteo.</p>
---	---

<p>The other two words, 'objective' and 'objectivity', show a no less tricky ambiguity. On the one hand, they are intended to indicate the belief that the objects you have isolated in your experience are identical with those others have formed. From the constructivist point of view, this, too, is an illusion. It arises from the fact that we can recognize them and to a large extent agree on their description. None of this, however, requires an exact match of what we</p>	<p>Las otras dos palabras, 'objetivo' y 'objetividad', muestran una ambigüedad no menos tramposa. Por un lado, intentan indicar la creencia de que los objetos que has aislado en tu experiencia son idénticos a aquellos que otros han formado. Desde el punto de vista constructivista, esto, también, es una ilusión. Surge del hecho de que podemos reconocerlos y en gran medida estar de acuerdo con su descripción. Sin embargo, ninguno de éstos, requiere un encaje exacto con aquello que hemos extraído individualmente de la experiencia. Tal concordancia y comunicación no muestra más que una relativa compatibilidad</p>
---	--

<p>have individually abstracted from experience. Such commonality and communication shows no more than a relative compatibility of concepts in the situations in which we have had occasion to compare our individual uses of the particular words. Consequently, it would be preferable (and more accurate) if in all these cases we spoke of 'intersubjective' and 'intersubjectivity'. This would preclude any fanciful flights into the realm of ontology. But in philosophical discourse, 'objective' and 'objectivity' are deliberately intended to imply direct knowledge of things as they are 'in-themselves', i.e. knowledge of items as they might be prior to being experienced. As Heinz von Foerster put it in conversation, 'objectivity is the illusion that observations could be made without an observer'.</p>	<p>de conceptos en las situaciones en las que hemos tenido oportunidad de comparar nuestros usos individuales de palabras particulares. Consecuentemente, sería preferible (y más preciso) si en todos estos casos hablamos de 'intersubjetivo' e 'intersubjetividad'. Esto imposibilitaría cualquier vuelo imaginario en el reino de la ontología. Pero en el discurso filosófico, 'objetivo' y la 'objetividad' se piensan deliberadamente para implicar el conocimiento directo de cosas como ellas son 'en sí mismas', es decir conocimiento de ítems como puede ser que estén antes de ser experimentados. Como propuso Heinz von Foerster, 'la objetividad es el espejismo de que las observaciones pueden ser hechas sin un observador'.</p>
---	---

<p>The Interpretation of Symbols</p>	<p>La interpretación de los Símbolos</p>
---	---

<p>But what about measurements, you might say, or formal derivations - are they not objective? That this is an illusion was remarked a long time ago by Berkeley: "... to be of service to reckoning and mathematical demonstration is one thing, to set forth the nature of things is another" (Berkeley, 1721, §18). There is no measurement or computation without units. And to assume that units, be they discrete unitary objects or units of measurement, exist ready-made, prior to the segmenting and coordinating operations of an experiencer, is contingent on the metaphysical presupposition of an independent but knowable reality (cf. Glasersfeld, 1981). As for the objectivity (or certainty) of computations with symbols in either mathematics or logic, it pertains to the mental operations carried out and, as Berkeley remarked, not to the ontological</p>	<p>Pero, usted podría decir, ¿qué hay con las medidas, o con las consecuencias formales?, ¿no son objetivas? Que esto es una ilusión fue hecho notar hace mucho tiempo por Berkeley. "... estar al servicio del conteo y la demostración matemática es una cosa, establecer la naturaleza de las cosas es otra" (Berkeley, 1721, §18). No existe medida o cómputo sin unidades. Y, suponer que esas unidades, son objetos unitarios discretos o unidades de medida, que existen ya hechas, de manera anterior a la segmentación y coordinación de operaciones de un experienciador, es contingente con la presuposición metafísica de una realidad independiente pero cognoscible (cf. Glasersfeld, 1981). Como Berkeley hizo notar, la objetividad (o certeza) de los cálculos con símbolos sea en matemáticas o en la lógica, pertenece a las operaciones mentales llevadas a cabo y no a la naturaleza ontológica de las cosas.</p>
--	--

nature of things.	
-------------------	--

<p>The symbols used in mathematical computations designate operations that someone has to carry out. As Reuben Hersh put it: “Symbols are used as aids to thinking just as musical scores are used as aids to music. The music comes first, the score comes later” (Hersh, 1986, p.19). Even on the simplest level, for instance of $2+2=4$, the symbol ‘2’ is meaningless for someone who has not abstracted the concept of ‘one’ from experiential items such as fingers, chocolates, or poker chips, and has then learned that sequences of these items can lead to the abstraction of compound units that are symbolized by ‘2’, ‘3’, ‘4’, etc. All other mathematical symbols similarly can be <i>understood</i> only by a thinker who knows and is able to execute the designated mental operations (cf. Steffe et al., 1983).</p>	<p>Los símbolos usados en los cálculos matemáticos designan operaciones que alguien ha llevado a cabo. Como indicó Reuben Hersh: “Los símbolos son usados como recursos para pensar, tales como las cuentas musicales son usadas como ayudas para musicalizar. La música viene primero, las cuentas vienen después” (Hersh, 1986, p.19). Incluso en el nivel más simple, por ejemplo de $2 + 2 = 4$, el símbolo ‘2’ no tiene significado para alguien que no ha abstraído el concepto de ‘uno’ de ítems experienciales tales como dedos, chocolates, cartas de póker, y luego ha aprendido que las secuencias de estos ítems pueden conducir a la abstracción de las unidades compuestas que son simbolizadas por ‘2’, ‘3’, ‘4’, etc. Similarmente, todos los otros símbolos matemáticos pueden ser <i>entendidos</i> sólo por un pensador que conoce y es capaz de ejecutar las operaciones mentales designadas (cf Steffe et al., 1983)</p>
---	--

<p>As for measurement, it, too, is contingent on the creation of units - units in the form of things to be counted or units of measurement to count ‘continuous’ items that are experienced without articulation of their own. In both cases it clearly is an active experiencer who creates the units. What is not so obvious, is that the discrete entities that are counted, as well as the continuous ones to which units of measurement are applied, are also an experiencer’s creation.</p>	<p>Como para las medidas, es también, contingente la creación de unidades –unidades en la forma de cosas a ser contadas o unidades de medidas para contar ítems ‘continuos’ que son experimentados sin una articulación de suyo. En ambos casos es claramente un experienciador activo quien crea las unidades. Lo que no es muy obvio, es que las entidades discretas que son contadas, tanto como las continuas a las cuales son aplicadas las unidades de medida, son también una creación del experienciador.</p>
---	---

The Segmentation of Experience	La Segmentación de la Experiencia
---------------------------------------	--

<p>Nowhere have I found this better described than in the aphorisms on language and thought which Wilhelm von Humboldt wrote in 1795:</p> <p>1. The essence of thinking consists in</p>	<p>En ninguna parte he encontrado esto mejor descrito que en el aforismo sobre el lenguaje y pensamiento que escribió Wilhelm von Humboldt en 1795:</p> <p>1. La esencia del pensamiento consiste en la reflexión, i.e., en distinguir lo que se</p>
---	--

<p>reflecting, i.e., in distinguishing what thinks from what is being thought.</p> <ol style="list-style-type: none"> In order to reflect, the mind must stand still for a moment in its progressive activity, must grasp as a unit what was just presented, and thus posit it as object against itself. The mind then compares the units, of which several can be created in that way, and separates and connects them according to its needs. <p>(Humboldt, 1907, p.581)</p>	<p>piensa de lo que se está pensando.</p> <ol style="list-style-type: none"> Para la reflexión, la mente debe suspender por un momento su actividad progresiva, debe tomar como una unidad aquello que recién se le ha presentado y entonces, postularlo como un objeto frente a él mismo. La mente entonces compara las unidades, de las que pueden ser creadas varias de esta manera, y las separa y las conecta según sus necesidades. <p>(Humboldt, 1907, p. 581)³</p>
--	---

<p>The expression ‘the progressive activity’, I suggest, is to be interpreted as the mind’s segmentation and coordination of the flow of the raw experiential material that Kant called ‘the manifold’ (<i>das Mannigfaltige</i>).</p>	<p>Sugiero que la expresión ‘ la actividad progresiva’, sea interpretada como la segmentación del pensamiento y la coordinación del flujo del material experiencial crudo que Kant llamó ‘el colector’ (<i>das Mannigfaltige</i>).</p>
--	--

<p>The sensory perceptions (conscious empirical presentations) can only be called internal appearances. Not until understanding is added (and makes order in the manifold) does empirical knowledge, i.e., experience, arise from it. (Kant, 1800, p.144; Kant’s emphasis).</p>	<p>Las percepciones sensoriales (presentaciones empíricas conscientes) solo pueden ser llamadas aspectos internos. Es hasta que se le añade entendimiento (y se pone orden en el colector) que el conocimiento empírico, i.e., experiencia, emerge de ello.⁴ (Kant, 1800, p. 144; énfasis de Kant).</p>
---	--

<p>This is an amplification of Kant’s earlier formulation “that reason can comprehend only what she herself has brought forth according to her design” (Kant, 1787,p.xvi).</p>	<p>Esta es una amplificación de la formulación más temprana de Kant “la razón puede comprender sólo aquello que ella misma a traído al frente según su diseño” (Kant, 1787, p.xvi).</p>
--	---

<p>Thus, what we ordinarily call ‘experience’ has already been ordered and structured into discrete ‘things’ by perceptual and conceptual operations which endless repetition has rendered unconscious, and by assimilation to more complex conceptual</p>	<p>Esto es, lo que ordinariamente llamamos ‘experiencia’ ya ha sido ordenada y estructurada dentro de las ‘cosas’ discretas por las operaciones perceptuales y conceptuales cuya repetición sin fin las ha vuelto inconscientes, y por la asimilación a configuraciones conceptuales más complejas que han sido</p>
--	---

³ The English translation is a slightly modified version of Nathan Rotenstreich (1974).

⁴ Kant used the German word *Vorstellung* in the first parenthesis of this quotation. It is usually translated as ‘representation’, which also covers the German word *Darstellung* (an image or replication of some original) and gives the misleading impression that the senses convey something that is already structured.

assimilation to more complex conceptual configurations that have been formed in past experience.	formadas en experiencias pasadas.
--	-----------------------------------

<p>Piaget adopted Kant's general orientation, but disagreed with the notion of the 'a priori'.</p> <p>He replaced it with a developmental model of the child's construction of space, time, permanent objects, and causal relations among them (Piaget, 1937). The generation of these fundamental concepts begins with the construction of objects that appear recurrently in the child's experience.</p>	<p>Piaget adoptó la orientación general de Kant, pero estuvo en desacuerdo con la noción de 'a priori'.</p> <p>Él la reemplazó con el desarrollo de un modelo de cómo los niños construyen el espacio, el tiempo, los objetos permanentes y las relaciones causales entre ellos (Piaget, 1937). La generación de estos conceptos fundamentales empieza con la construcción de objetos que aparecen recurrentemente en la experiencia de los niños.</p>
--	--

Functional Fit instead of Representation	Ajuste Funcional en lugar de Representación
---	--

<p>Apart from the focus on <i>how</i> the mind could generate the conceptual structure of knowledge, Piaget provided a reason why one should assume that it endeavors to do this. Note that Humboldt, in the 3rd aphorism I quoted, says that it "separates and connects [the units it has created] according to its needs", but does not specify what these needs might be and where they come from. Piaget's model provides an answer to these questions which, in my view, is his most important contribution to epistemology. He proposed that the purpose of cognition, since it could not be the discovery and representation of an independent world, should be considered a tool in the organism's adaptation to the world as it is experienced. Suggestions in this direction had been proposed earlier and somewhat generically by William James (1880), Georg Simmel (1895), Alexander Bogdanov (1909), and Hans Vaihinger (1913). I do not know whether Piaget was aware of these earlier conjectures. In any case, he posited</p>	<p>Lejos del foco de <i>cómo</i> la mente pudiera generar la estructura conceptual del conocimiento, Piaget proporcionó una razón del por qué uno podría proponerse hacer esto. Note que Humboldt en el tercer aforismo que cité, dice que "separa y conecta [las unidades que ha creado] según sus necesidades", pero no especifica qué pudieran ser estas necesidades y de dónde vienen. El modelo de Piaget proporciona una respuesta a estas interrogantes el cual, desde mi punto de vista, es su más importante contribución a la epistemología. El propuso que el propósito de la cognición, ya que no podría ser el descubrimiento y la representación de un mundo independiente, debería ser considerada una herramienta en la adaptación del organismo al mundo tal y como es experimentado. Antes ya habían sido propuestas sugerencias en esta dirección y de algún modo genéricamente por William James (1880), Georg Simmel (1895), Alexander Bogdanov (1909) y Hans Vaihinger (1913). No sé si Piaget estuvo consciente de estas conjeturas anteriores. En cualquier caso, el postuló la adaptación como la meta principal de la actividad cognitiva y extendió la función del concepto desde el dominio de la sobrevivencia biológica al del equilibrio mental interno de los organismos.</p>
--	---

<p>adaptation as the main goal of cognitive activity and extended the function of the concept from the domain of biological survival to that of the organism's internal mental equilibrium.</p>	<p>organismos.</p>
---	--------------------

<p>To recognize the full power of this position, one has to realize that adaptation is not an activity but the result of the elimination of all that is <i>not</i> adapted. Consequently, on the biological level, anything that manages to survive is 'adapted' to the environment in which it happens to find itself living. Once this is understood, it follows that what matters is not to <i>match</i> an ontic world, but to <i>fit</i> into the experiential one, in the sense of being able to avoid whatever obstacles or traps it might present. Taken out of the biological context and applied to cognition, this means that 'to know' is not to possess true representations of reality, but rather to possess ways and means of acting and thinking that allow one to attain the goals one happens to have chosen. To know, thus, is to have viable procedures or, as Maturana said "to operate adequately in an individual or cooperative situation" (1988, p.53).</p>	<p>Para reconocer toda la potencia de esta posición, uno debe darse cuenta de que la adaptación no es una actividad sino el resultado de la eliminación de todo lo que <i>no</i> está adaptado. Consecuentemente, en el nivel biológico, cualquier cosa que lleve a la sobrevivencia es 'adaptada' al ambiente en el que vive. Una vez que esto se entiende, se sigue que lo que importa no es un <i>coincidir</i> con un mundo óntico, sino <i>ajustarse</i> al mundo experiencial, en el sentido de ser capaz de evitar cualquier obstáculo o trampa que pudiera presentarse. Llevado esto fuera del contexto biológico y aplicado a la cognición, significa que 'conocer' no es poseer representaciones verdaderas de realidad, sino más bien poseer formas y significados de acción y pensamiento que le permitan lograr las metas que uno ha elegido. Entonces, conocer, es tener procedimientos viables, o, como dijo Maturana "operar adecuadamente en una situación individual o cooperativa" (1988, p.53).</p>
---	---

<p>This modification of the role of knowledge, from 'true' representation to <i>functional fit</i>, requires an enormous effort because it goes against a traditional belief that is at least three thousand years old. Some of the Pre-Socratics saw that this shift was possible, and the sceptics of all ages have reiterated that a true view of the real world could not be attained. But they were unable to specify a relation between knowledge and experience that could replace the conventional one of representation. The common sense view today is a peculiar hybrid. When people say they know such and such, it is presumed - and frequently taken for granted - that they are describing a state or an event of the real world. Yet most</p>	<p>Esta modificación del rol del conocimiento, desde la representación 'verdadera' al de <i>ajuste funcional</i>, requiere un esfuerzo enorme porque va en contra de una creencia tradicional de al menos tres mil años de edad. Algunos de los Pre-Socráticos vieron que era posible este cambio, y los escépticos de todas las edades han reiterado que no puede ser obtenida una visión verdadera del mundo real. Pero ellos fueron incapaces de especificar una relación entre conocimiento y experiencia que pudiera reemplazar la convencional de representación. El sentido común de visión actual es un híbrido peculiar. Cuando la gente dice que conoce tal y tal cosa, se presume -y frecuentemente se toma como garantizado- que ellos están describiendo un estado o un evento del mundo real. Aunque la mayoría de la gente también está advertida del hecho de que lo que experimentamos no necesita ser objetivo (en algún sentido de la palabra), la mayoría científica del siglo XX ha</p>
---	--

<p>people are also aware of the fact that what we experience need not be objective (in either sense of the word). The great scientists of the 20th century have all stated in one way or another that they see themselves in the situation that Einstein described by his metaphor of the man and the watch. Yet, when they sit down to write generally accessible accounts of their achievements, they quickly repress that epistemological insight.</p>	<p>palabra). Los grandes científicos del siglo 20 han establecido de una manera o de otra que ellos se ven a sí mismos en la situación que describió Einstein en su metáfora del hombre y el reloj. Aún cuando ellos se sientan a escribir los asuntos generalmente accesibles de sus logros, reprimen rápidamente tal penetración epistemológica.</p>
---	--

<p>The Reluctance to Forego Ontology</p>	<p>La Resistencia a Renunciar a la Ontología</p>
---	---

<p>Stephen Hawking, to give one example, writes in his Introduction to <i>A Brief History of Time</i> (1988, p.10): “A physical theory is always provisional, in the sense that it is only a hypothesis: you can never prove it.” But throughout the following ten chapters there are many statements that reflect the belief that, in principle, physics can devise theories that describe the universe <i>as it is</i>.</p>	<p>Por dar un ejemplo, Stephen Hawking escribió en su Introducción a <i>Una Breve Historia del Tiempo</i> (1988, p.10): “Una teoría física es siempre provisional, en el sentido de que es sólo una hipótesis: nunca puedes probarla.” Pero a través de los siguientes diez capítulos hay muchas afirmaciones que reflejan la creencia de que, en principio, la física puede disponer de teorías que describan el universo <i>como es</i>.</p>
---	--

<p>Einstein implied the same belief in his famous dictum “God does not play dice”. This is a metaphysical assumption because it takes for granted that human reason can recognize and understand an observer-independent structure of the universe. Considering that, like other rational knowledge, scientific theories are derived from human experience and formulated in terms of human concepts, it seems no more than a pious hope to expect that these theories reflect anything that lies beyond the experiential interface.</p>	<p>Einstein implicó la misma creencia en su famoso dictum “Dios no juega a los dados”. Esta es una suposición metafísica porque da por hecho que la razón humana puede reconocer y entender una estructura del universo independiente del observador. Considerando que, como otro conocimiento racional, las teorías científicas son derivadas de la experiencia humana y formuladas en términos de conceptos humanos, no parece ser más que una esperanza piadosa el esperar que estas teorías reflejen algo que yace más allá de la interfase experiencial.</p>
--	---

<p>The constructivist conclusion is unpopular. The most frequent objection takes the form</p>	<p>La conclusión constructivista es impopular. La objeción más frecuente toma la forma de la</p>
---	--

<p>of the accusation that constructivism <i>denies</i> reality. But this it does not. It only denies that we can rationally know a reality beyond our experience. Constructivism has no quarrel with the mystics who express their intuitions about a transcendent world in poetic metaphors which, of their nature, are not translatable into scientific language. From my point of view, the trouble is that most critics seem to be unwilling to accept the explicit, programmatic statement that constructivism is a theory of knowing, not of being. That a model of the construction of knowledge could be designed without making ontological claims about what is known, is apparently difficult to accept.</p>	<p>acusación consistente en que el constructivismo <i>niega</i> la realidad. Pero no lo hace. Solo niega que podemos conocer racionalmente una realidad que está más allá de nuestra experiencia. El constructivismo no se pelea con el místico que expresa sus intuiciones sobre un mundo trascendente en una metáfora poética que, por su naturaleza, no es trasladable al lenguaje científico. Desde mi punto de vista, el problema es que la mayoría de los críticos parece no estar dispuestos a aceptar el establecimiento programático y explícito de que el constructivismo es una teoría del conocimiento, no del ser. Aparentemente es difícil de aceptar que pudiera ser diseñado un modelo de la construcción del conocimiento sin hacer reclamos ontológicos acerca de lo que es conocer.</p>
---	--

<p>It is clear that fundamentalists, who claim to possess the one and only 'truth', cannot abide such a notion. And among the scientifically minded the reluctance may spring from the fact that to see the construction of theories as based on autonomous abductions and conceptual assimilation brings with it the realization that the responsibility for the gained knowledge lies with the constructor. It cannot be shifted to a pre-existing world. This deprives scientists of the comforting belief that what they do, can simply be justified as steps necessary for the growth of knowledge. The awareness that it is they who are responsible for their theoretical models and thus at least to some extent for actions based on them, might change the widely held belief that the direction of scientific research must not be fettered by ethical considerations.</p>	<p>Es claro que los fundamentalistas que claman por la posesión de una y la única 'verdad', no pueden cohabitar con tal noción. Y entre el pensamiento científico la resistencia puede surgir del hecho de que el ver la construcción de las teorías basadas sobre la abducción autónoma y asimilación conceptual trae consigo el entendimiento de que la responsabilidad por el conocimiento ganado descansa sobre el constructor. Esto no puede ser intercambiado por un mundo pre-existente. Esto priva a los científicos de las confortables creencias de que lo que ellos hacen, puede ser simplificado simplemente como pasos necesarios para el crecimiento del conocimiento. La advertencia de que son ellos los responsables de sus modelos teóricos y que entonces, al menos en alguna medida, de las acciones basadas en ellos, puede cambiar la ampliamente sostenida creencia de que la dirección de la investigación científica no puede ser encadenada por consideraciones éticas.</p>
---	---

References

- Berkeley, G. (1721) *De motu* (English translation by A.A.Luce in Luce & Jessop, *The Works of George Berkeley, Bishop of Cloyne, Vol.IV*. London: Nelson, 1950).
- Bogdanov, A (pseudonym: N.Verner; 1909) Nauka i filosofija (Science and philosophy). In *Òcerki filosofii kollektivizma* (Essays on the philosophy of collectivism). St.Petersburg. (German translation in Glasersfeld, *Grenzen des Begreifens*, Bern: Benteli, 1994.
- Einstein, A. & Infeld, L. (1967) *The Evolution of Physics*, New York: Simon & Schuster Clarion Book (Original 1938).
- Einstein, A. (1955) *The meaning of relativity*, Princeton, New Jersey: Princeton U.Press.
- Glasersfeld, E.von (1981) An attentional model for the conceptual construction of units and number, *Journal for Research in Mathematics Education*, 12 (2), 83-94.
- Glasersfeld, E.von (1995) *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: Falmer Press.
- Hawking, S. (1988) *A brief history of time*. New York: Bantam Books.
- Hersh, R. (1986) Some Proposals for Reviving the Philosophy of Mathematics. In T.Tymoczko (Ed.), *New directions in the philosophy of mathematics*, Boston/Basel: Birkhäuser, 1986.
- Humboldt, W.von (1907) *Werke*, (Bd.7, part 2). Berlin: Leitmann.
- James, W. (1880) Great men, great thoughts, and the environment, *The Atlantic Monthly*, 46(276), 441-459.
- Kant, I. (1800) *Anthropologie*, 1.Theil, 1.Buch (Vom Erkenntnisvermögen), 2nd edition. In *Werke*, Akademieausgabe, Bd.VII, Berlin: Walter de Gruyter, 1968.
- Kant, I. (1787) *Kritik der reinen Vernunft*, 2nd edition. In *Werke*, Akademieausgabe, Bd.III, Berlin: Walter de Gruyter, 1968.
- Kuhn, T.S. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, (1st edition, 1962).
- Maturana, H. (1978) Biology of language: The epistemology of reality. In G.A.Miller & E.Lenneberg (Eds.) *Psychology and biology of language and thought*. New York: Academic Press.
- Maturana, H. (1988) Reality: The search for objectivity or the quest for a compelling argument, *The Irish J. of Psychology*, 9(1), 25-82.
- Medawar, P. (1984) *The Limits of Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Piaget, J. (1937) *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Peirce, C.S. (1931-1935) *Collected papers*, Volumes 1-6, edited by C.Hartshorne and P.Weiss, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Popper, K. (1968) *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. New York: Harper Torchbooks.
- Rotenstreich, N. (1974) Humboldt's prolegomena to philosophy of language. *Cultural Hermeneutics*, 2, 211-227.
- Simmel, G. (1895) Über eine Beziehung der Selectionslehre zur Erkenntnistheorie (About a relation between the doctrine of natural selection and the theory of knowledge), *Archiv für systematische Philosophie*, 1, 34-45.
- Steffe, L.P., Glasersfeld, E. von, Richards, J., & Cobb. P. (1983). *Children's Counting Types: Philosophy, Theory, and Application*. New York: Praeger Scientific.
- Vaihinger, H. (1913) *Die Philosophie des Als Ob* (The philosophy of as if). Berlin: Reuther & Reichard, 2nd edition.