



Una posible reflexión teórica acerca de la transdisciplinariedad en nuestros días

Guilherme Brandão

Abogado UNISANTOS (Universidad Católica de Santos), Diplomado en Administración Financiera. Estudiante del Magister en Antropología y Desarrollo, Universidad de Chile. guisnbbrandao@gmail.com

Resumen

La complejidad desbordó las fronteras disciplinares de la Ciencia posibilitando yuxtaposiciones disciplinarias, sin embargo, - es lo que se busca problematizar en ese texto - las fronteras epistemológicas del sistema científico no fueron desbordadas. De esa manera, en ese trabajo se plantea, bajo un diálogo posible entre las teorías de Gaston Bachelard y de Niklas Luhmann, además de rasgos de la teoría de Warren Weaver y de Keneth Boulding, condiciones de posibilidad para una otra mirada hacia la transdisciplinariedad; admitiendo sus raíces gnoseológicas cristalizadas al alero de la semántica del postmodernismo, sin embargo, intentando problematizar la posibilidad de emergencia de una transdisciplinariedad epistemológica.

Abstract

Complexity overflow the disciplinary frontiers of Science generating the possibility of cross disciplinary interactions, in spite of it, - and that's the point in this article - the epistemological boundaries of the scientific system were not flown over its edges. In this article the author seeks to propose certain conditions of possibility - based on the theories of Gaston Bachelard and Niklas Luhmann, and certain points of the theories of Warren Weaver and Keneth Boulding - to observe transdisciplinarity in another perspective; admitting its gnoseological roots which grew strong based on the semantics of the postmodern theory, nevertheless, trying to examine the possibility of emergence of an epistemological transdisciplinarity.

Palabras Clave: Episteme, complejidad, transdisciplinariedad fuerte, Gaston Bachelard, Niklas Luhmann

Keywords: Episteme, complexity, strong transdisciplinarity, Gaston Bachelard, Niklas Luhmann

Introducción

La relación que existe entre conocimiento vulgar y conocimiento científico - los atributos que definen uno y otro, hasta dónde va el conocimiento común o vulgar antes de recibir el adjetivo científico - es objeto de discusión desde la Grecia antigua; de hecho, la definición moderna aún nos remete a aquel entonces.

Pareciera que se puede sustentar que los cambios epistemológicos ocurridos en la modernidad, o sea la crisis de la estructura clásica de la Ciencia, no cambió la descripción arriba. El conocimiento científico se caracteriza aún por la emergencia de la episteme desde la gnosis, la obra de Bachelard es representativa de tal hecho.

Lo que se busca en ese trabajo es plantear, bajo un diálogo posible entre las teorías de Gaston Bachelard y de Niklas Luhmann, además, de rasgos de la teoría de Warren

Weaver y de Keneth Boulding, condiciones de posibilidad para una otra mirada hacia la transdisciplinariedad. Admitiendo que sus raíces se cristalizaron al alero de la semántica del postmodernismo, (lo cual se caracteriza por "... las narrativas que son expresadas, no en términos racionales, más bien por medio de emociones particulares y intersubjetivas, así como de imágenes religiosas, mitológicas, poéticas, artísticas, a través de una práctica intuitiva, una epistemología afectiva e inmediata." (Gouvêa, 1996), expresada en la concepción de Post-Normal Science de Funtowicz y Ravetz y en la Carta de la Transdisciplinariedad, escrita por Edgard Morin y Basarab Nicolescu en el año de 1994. Sin embargo, intentando apuntar a la posibilidad de emergencia de una transdisciplinariedad epistemológica o fuerte (Max-Neef, 2005), estirando los límites de la Ciencia, sin salir de dentro de ella. Conforme Bachelard, produciendo racionalidad a través de la apropiación de formas irracionales.

Se admite, al alero de los trabajos de la Cibernética, que las fronteras disciplinares fueron desbordadas y no las fronteras del sistema científico. Lo que se observa es que la emergencia novedosa generada por la yuxtaposición disciplinaria, es una posibilidad, no considerando la transgresión de las fronteras del sistema científico, no saliendo de los límites de la Ciencia. Específicamente, en ese artículo la gnosis no es una opción, o sea, lo que se busca es la episteme desde la episteme.

En ese sentido, se presentará una discusión acerca de la diferencia entre los términos gnosis y episteme al alero del Teeteto de Platón, después de eso se expondrán rasgos de la obra de Gaston Bachelard, poniendo hincapié, en su carácter novedoso. Los rasgos de la teoría luhmanniana anteceden un diálogo entre las dos obras citadas, obras que se caracterizan y se aproximan por el trato de la complejidad.

La observación de la complejidad es lo que posibilita caminar hacia las yuxtaposiciones disciplinares, se puede decir que estas son arreglos colaborativos que emergen desde dentro de la Ciencia como intentos para sustentar la observación de la complejidad, en ese punto se sostienen consideraciones y argumentos acerca de la transdisciplinariedad. La conclusión del artículo intentará filtrar las observaciones desarrolladas.

Entre episteme y gnosis

El Teeteto, diálogo platónico acerca de la Ciencia, camina al alero de la pregunta ¿Qué es conocimiento o ciencia? y, aporeticamente logra lo que busca, o sea, dar sustentación teórica para rechazar la definición del término conocimiento o ciencia como percepción, opinión verdadera o opinión más Λόγος (logos). La definición del término conocimiento científico está más allá de todas esas posibilidades de definición.

La traducción del término griego episteme para el latín es *Scientia*. Es importante citar que ya Descartes menciona el conocimiento racional en su obra, más epistemológica, *Meditaciones de la Filosofía Primera*, en condiciones que remeten al lector al Sócrates del Teeteto, o sea, soñando.

La gnosis es más extensa que la episteme. Gregório Klimovski (Klimovski, 1999:27) esclarece, que la gnoseología es el término que debería ser utilizado para definir la teoría del conocimiento, ya que este es el término que señala el "sector de la filosofía que examina el problema del conocimiento en general"; y que en sus planteamientos utiliza el término epistemología "referido exclusivamente a los problemas del conocimiento científico." (Klimovski, 1999:28)

Así, se puede decir que conocimiento científico es la emergencia de la episteme desde la gnosis. Sin embargo, eso no quiere decir que hay verdad absoluta o que no se puede admitir contradicción. Mediante las formalidades científicas aplicables y presentes en la semántica de un determinado período histórico, tales formalidades son contingentes, si recursivamente observadas. Pero tal contingencia está calcada en la semántica inherente a la Ciencia (Einstein jamás ganó un Nobel por la teoría de la Relatividad). Por lo tanto, no hay millones de selecciones aceptables por la comunidad científica a la vez, hay sólo algunas posibilidades de ser de otra manera (desde las teorías vigentes, no de todas las teorías a disposición para el “estudio” de un objeto) y allí está en gran parte la posibilidad de evolucionar que tiene la Ciencia. En ese punto se piensa específicamente desde la teoría de la evolución, conforme descrita por Luhmann, en selección, variación y reestabilización y en todas las posibilidades de contradicción, conflicto y paradojas inherentes a este proceso. (Luhmann, 2007)

Concluyendo este primer apartado, la estructura clásica de Ciencia se concretiza en el trabajo de Newton, para ello el conocimiento científico, la episteme, es un principio racional comprobado empíricamente y capaz de generalizarse. Esas son sus formalidades, condiciones fundamentales, que sintetizan la no-contradicción griega, el racionalismo matemático cartesiano, el empirismo baconiano y el determinismo de La Place. Esa es la estructura epistemológica para la producción de conocimiento científico que opera en la Ciencia Clásica, la cual será afectada en el siglo XIX (análisis situs / topología, termodinámica, mecánica cuántica...), y empezará una crisis epistemológica que se arrastra hasta hoy.

La teoría de Bachelard

Bachelard nació en Bar-sur-Aube, (Champagne), en 1884, su vida marcada por rupturas lo hace un filósofo de la ruptura en un momento (posible de ser estirado hasta nuestros días) de ruptura. Ruptura epistemológica, crisis epistemológica.

La obra de Bachelard, tiene más importancia, si es posible, a causa de transponer la frontera de las Ciencias Duras y operar en el sendero de las Humanidades, específicamente, en la Filosofía de las Ciencias o Epistemología, en fin, en la pelea diaria de tornar viable/criticar la científicidad de los quehaceres del científico.

La ruptura inherente a la obra y al propio pensador se concretiza en la manipulación del nuevo espíritu científico, lo cual emerge a través de la probabilidad de lo relativo, que se rivaliza con lo absoluto, base de la producción del conocimiento científico clásico.

La obra de Bachelard camina por el novedoso a través del manoseo de lo que Canguilhem, su pupilo, va a llamar de Complementariedad. Bachelard, bajo las palabras de Bialobreski, argumenta que “la dialéctica de la ciencia contemporánea “se distingue claramente de las dialécticas filosóficas porque no es una construcción a priori y traduce la marcha seguida por el espíritu en el conocimiento de la naturaleza. La dialéctica filosófica, la de Hegel, por ejemplo, procede por oposición entre tesis y antítesis y la fusión de ambas en una noción superior de la síntesis. En física, las nociones unidas no son contradictorias, como en Hegel; la tesis y la antítesis son mas bien complementarias...” (Bachelard, 2003a: 112)

En ese punto caben las palabras de la profesora Elyana Barbosa:

“Ciencia y poética, antagónicas como el día y la noche, más a lo mismo tiempo complementares, pues nos ponen en un mundo nuevo y surreal, elevándonos en cuanto hombres en toda su plenitud, ya que al transitar en los dos caminos, entre la Ciencia y la poética, se alcanza la formación integral” (Barbosa, 2004:20)

Bachelard busca la construcción de una epistemología no-cartesiana, no-kantiana, los razonamientos para tanto se quedan más claros en su obra “La filosofía del no”. Esta obra expone las dificultades enfrentadas por la estructura clásica de Ciencia y busca un nuevo andamiaje, el cual abarque la construcción - sin fin - de la ciencia emergente.

El maestro francés plantea que la Ciencia Clásica “concebida como una prolongamiento del sentido común, de la razón común” poseía métodos, los cuales eran “insuficientes o malos” (Bachelard 2003a: 118). Además de eso, apunta que la filosofía que operaba bajo tal razón era una “filosofía caduca” (Bachelard 2003a: 119)

Bachelard plantea que el conocimiento del inmediato, del objeto a priori de la Ciencia Clásica, dará lugar a un conocimiento que se construye. En ese punto se debe caminar hasta la definición de los obstáculos epistemológicos. Así Bachelard huye de la doxa (opinión) y de la gnosis (conocimiento vulgar) y busca la episteme, el conocimiento científico.

Para Bachelard el pensamiento primero nada va a decir de la Ciencia, del objeto científico, según el “la Ciencia realiza sus objetos, sin nunca considerarlos totalmente terminados.” (Bachelard, 2001a:141). Diferentemente de la Ciencia Clásica, en la Ciencia emergente, “la duda está adelante, no atrás como en la vía cartesiana”. Por eso se puede afirmar, de manera sencilla, que el pensamiento científico es un pensamiento empeñado. Esta constantemente, poniendo en juego su propia constitución.” (Bachelard, 2001a:136). La viabilidad del conocimiento científico esta en su carácter no definitivo, la complejidad de los fenómenos sean ellos naturales, sociales, biológicos, jamás se reproducen de manera acabada, terminada, además de eso, la falta de los problemas o su total resolución preconizan el fin de la Ciencia.

El maestro Francés, en el intento de poner claridad en sus aseveraciones, distingue la historia del pensamiento científico en tres grandes períodos: el estado pre científico (de la antigüedad clásica hasta mediados del siglo XVIII), el estado científico (finales del siglo XVIII hasta comienzo del siglo XX) y el estado abstracto o del nuevo espíritu científico (que empieza, para algunos, en el año 1905, con la teoría de la relatividad, y está aún en vigencia). A respecto de este último así expone Bachelard: “A partir de esta fecha, la razón multiplica sus objeciones, disocia y reconfigura las nociones fundamentales y ensaya las abstracciones más audaces.” (Bachelard 1993: 9).

El superracionalismo es la gran ambición de Bachelard, ese es el punto que el creó que la Ciencia del espíritu científico emergente debe llegar. Tal estadio de evolución ocurre después que son ultrapasados los obstáculos epistemológicos, cuando el realismo ingenuo dio espacio al realismo, ese al positivismo, ese al racionalismo, el superracionalismo está entre el racionalismo complejo y en el racionalismo dialéctico, donde, “frente a una experiencia bien determinada (...). El espíritu científico jamás se siente impedido de variar las condiciones, en una palabra de salir de la contemplación de lo mismo y buscar lo otro, de dialetizar la experiencia” (Bachelard, 1993,18-19). Bachelard conocía el poco desarrollo de ese abordaje, planteaba de hecho que “en lo que a nosotros respecta, y hasta el presente, el superracionalista no tiene más que un

sostenido o un bemol en la escala" (Bachelard, 2003: 114). Niklas Luhmann cambiará, tal vez, tal planteamiento.

La teoría de Luhmann

Luhmann inicia su obra teórica contrariando de manera categórica las posiciones de los clásicos, los cuales, bajo la perspectiva luhmanniana, no correspondían a los cuestionamientos de la sociedad moderna, el maestro, "exige siempre una perspectiva teórica que permita entender una sociedad que ya no es la sociedad del siglo XVIII. Y parece sugerir que si no se posee esa nueva perspectiva, esos mismos logros de la modernidad europea quedarán encerrados en un cárcel de suspiros y añoranzas." (Luzquiza, 1990: 55)

La utilización de los clásicos incomodaba Luhmann, lo cual previa el agotamiento de la capacidad explicativa de aquellos, en ese contexto expone: "Aun cuando se pudiera contar con que, tarde o temprano, uno llegara a agotar el conjunto de pensamiento de los clásicos, tendría que vérselas con la propia oscuridad producida. (Luhmann, 1998: 8)

Los trazos expuestos en Sistemas Sociales son manipulados de manera más precisa y dura, en el inicio de su obra, *in verbis*:

"Para la actual investigación científica una mirada retrospectiva hacia los orígenes del pensamiento occidental y la tradición intelectual que a él se suma ya no puede significar encadenamiento, pues no en vano esta la ciencia sobradamente resguardada de todo cuestionar filosófico. Pero este resguardo puede convertirse, por su parte, en cadena. Introducida a título de protección frente a una tradición en extremo poderosa, la impenetrable frontera de la ciencia con respecto a la filosofía produce hoy, cuando ya se ha quebrado el poder de la tradición, barreras de reflexión, provincialismo y, en no raras ocasiones, una interpretación demasiado estrecha de lo que propiamente piensa, dejando a la investigación sumida en la ocupación con conceptos básicos y planteamientos derivados, especializados y no pensados hasta el fondo." (Luhmann, 1983: 11)

Partiendo por lo tanto, de ese escenario generalizado de crisis, Luhmann empieza a buscar herramientas para producir una teoría la cual generase respuestas con un nivel mayor de problematización, desde ese punto, camina para el método de equivalencia funcional.

Luhmann manipula tal método, de manera novedosa en las Ciencias Sociales (mismo considerando el trabajo de Talcott Parsons), ya que lo ve como "esquema lógico regulador, que organiza un ámbito de comparación de efectos equivalentes". (Luhmann, 1973: 20)

El maestro alemán, por lo tanto, empieza a moverse por los caminos de la lógica matemática. Específicamente, bajo el concepto de función kantiano inspirado en ella. Lo que le encanta a Luhmann es el carácter abstracto del concepto puro de función (Luhmann, 1973: 21). Su capacidad de generar, por tanto, un nivel de problematización más profundizado al alero de las innumerables posibilidades que genera, un escenario lleno de contingencia.

Además de eso en la teoría luhmanniana, de hecho, en sus conceptos de, distinción, observación y observación de según orden, resta toda la carga de abstracción inherente al pensamiento del lógico matemático George Spencer Brown.

La lógica transcartesiana del ciberneticista Gothard Gunther está en la raíz del concepto de policontextualidad, núcleo dinámico de los conceptos de complejidad y contingencia los cuales nortean la teoría y más profundamente, en el nivel epistemológico, apoyan su coherencia interna, su auto-sustentación.

Así, de manera más clara, por la construcción de la teoría en si, es difícil negar el carácter abstracto y el rasgo novedoso al alero de lo cual emerge esa abstracción.

Tal carácter es reflejo de la complejidad, de la contingencia inherente a lo social, desde la perspectiva luhmanniana, de hecho, "el análisis teórico-comparativo de problemas puede proveer al hacer posibilidades de sustitución y ofrecerle de este modo una seguridad que no descansa en la seguridad del ser establecido, sino en la disponibilidad de otras posibilidades." (Luhmann, 1973: 112)

Lo que sustenta tal aserción es el hecho de que, además de no se poder observar la sociedad desde fuera de ella, todas las observaciones tienen su valor propio, no siendo ni mejores ni peores que cualquier otra - no hay sólo una verdad - , eso en términos científicos, expone el carácter, según Luhmann, jamás absoluto y acabado de todo lo conocimiento.

De allí se camina para el constructivismo sociopoiético, donde, la investigación deja de concebirse en tanto una reproducción en el vacío de la realidad – entendida como el entorno "en si" – sino como resultado de una actividad objetivante, dependiente de las perspectivas de un observador" (Arnold, 2004), donde el conocimiento se construye, se fabrica. (Knorr Cetina, 2005)

Luhmann, para sustentar su teoría, impone un mayor nivel de abstracción a la razón, así, "el concepto de racionalidad debe supeditarse a sí mismo, debe formarse a sí mismo de modo racional, mientras que, por ejemplo, el término calor no puede ser caliente, ni el término energía formado o manejado energéticamente." (Luhmann, 1998: 419). En lo que tiene que ver con la sociedad moderna, toda recurrencia a la semántica tradicional de racionalidad fracasa. La racionalidad luhmanniana, es en si, radical, contraria a cualquier norma que no sea la contingencia, operativa, es un tercero excluido, pasible de reflexividad en la comunicación, pasible de rechazo, no más.

La construcción teórica luhmanniana emerge mediante el entrelazamiento de diversas teorías que, observadas por la primera vez pueden no tener nada en común, vale decir, es improbable que se mire sus posibilidades de relación, así, la filosofía de Kant (específicamente su concepto de función), la de Hegel, la teoría de la evolución, la fenomenología de Husserl, el espacio-tiempo de Einstein, la teoría geral de los sistemas de Bertalanffy, las diferentes teorías de la Comunicación, la policontextualidad de Gothard Gunther, la ley de las formas de Spencer Brown, las teorías de Ashby, de Von Foerster, de Lars Löfgren, de Ranulph Glanville, de Herbert Simon, Gregory Bateson, de Reinhart Kosseleck, la teoría de autopoiesis de Maturana y Varela, el funcionalismo de Parsons, Radcliffe Brown, Malinowsky, la epistemología de Bachelard, la cosmología de Morin, la nueva alianza de Prigogine, el pensamiento sociológico, se puede citar más, así que, desde las relaciones que Luhmann hizo con tales teorías y mucho más, emerge algo novedoso, algo que se puede osar comparar

con el modelo de la Dra. Olga Pombo y que se puede apuntar como transdisciplinar. Vale decir, es posible apuntar a la teoría luhmanniana como una oferta de teoría transdisciplinar, se puede decir que ella está más allá de la sencilla relación entre teorías, ella es una emergencia; una herramienta transdisciplinar al alero de la construcción teórica de Olga Pombo.

Luhmann y Bachelard, un dialogo posible

¿En qué medida los dos, Bachelard y Luhmann, dialogan?

Es posible plantear que Luhmann y Bachelard conocen el déficit teórico de la Ciencia clásica, creen en la necesidad de ruptura con la Ciencia Newtoniana, cartesiana, así buscan algo novedoso, perciben la necesidad de construcción del dato, Luhmann, en ese punto es radical, duro, Bachelard más blando (Arnold, 2003), la racionalidad de los dos abre para un horizonte de posibilidades que defienden, ambos, de manera potente. En ese sentido, Bachelard tiene una planteamiento muy interesante, veamos: "la riqueza de un concepto se mide por su poder de deformación." (Bachelard, 1993:73), poder de generar problema, contradicción, de abrirse para el nuevo, en definitiva, estirar límites. En eso reside el hecho de que la Ciencia Clásica ignoraba "la necesidad de incorporar las condiciones de aplicación en la esencia misma de la teoría". (Bachelard, 1993:73)

¿Cuál es la relación que tiene Bachelard con la poética? ¿Qué leva un racionalista desviarse por devaneos poéticos, por imágenes bellas, oníricas? Y ¿Qué eso todo tiene que ver con Niklas Luhmann?

Dijo, Bachelard:

"No ha faltado quien se asombrara de que un filósofo racionalista prestase tanta atención a ilusiones y a errores, y que necesitara sin cesar representar los valores racionales y las imágenes claras como rectificaciones de datos falsos" (Bachelard 2005: 16)

Pero, el maestro de la Sorbona (y esas son, quizá, las palabras fundamentales de la obra de Bachelard para ese texto), bajo la cita de Juvet, dijo también:

"Es en la sorpresa creada por una nueva imagen o por una nueva asociación de imágenes que es preciso ver lo mas importante elemento del progreso de las ciencias físicas, pues que es lo espanto que excita la lógica, siempre demasiado fría y es lo que la obliga a establecer nuevas coordinaciones, pero, la causa misma de ese progreso, la razón mismo de la sorpresa, es preciso procurarla en el seno de los campos de fuerza creados en la imaginación por las nuevas asociaciones de imágenes, cuya fuerza mide la felicidad del científico que las supo reunir" (Bachelard, 2001a:148 / 149)

Así que, la relación entre la poética de las imágenes y el racionalismo de Bachelard es muy estrecha, pero aquella no tiene que ver sólo con la poesía propiamente dicha, sino, conforme las palabras de Canguilhem:

"Gaston Bachelard surge, ahora, doble y completo. Su vida de filósofo va a realizarse en una labor unida por dos temporalidades distintas: el tiempo acelerado de la impaciencia epistemológica, aflicta con la idea de quedarse distante de la renovación dialéctica del saber, y el tiempo peligroso del sueño,

“no atormentado por censuras”. Era preciso inventar en filosofía el dualismo sin excomuni3n mutua entre real e imaginario. Gaston Bachelard es el autor de esa invenci3n, por la aplicaci3n osada de un nuevo principio de complementariedad” (Bachelard, 2008: 10)

Por lo tanto, la po3tica de Bachelard esta tambi3n a servicio de la Ciencia, “todo conocimiento de la intimidad de las cosas es inmediatamente un poema.” (Bachelard 2001b) Bachelard utiliza sus im3genes on3ricas, tocantes, por veces din3micas, por otras est3ticas, como posibilidades para “suplir las insuficiencias del lenguaje conceptual” (Bachelard, 2006a: 314).

La b3squeda epistemol3gica de Bachelard est3 en construir un concepto de Ciencia que desde la raz3n cient3fica, desde dentro de la Ciencia, siempre desde ella, posibilite disolver, repito, la irracionalidad en “formas racionales apropiadas” (Bachelard, 2000: 82), para eso se utiliza de las im3genes po3ticas, on3ricas. No es que a Bachelard no le interesaba la poes3a, no es que a Bachelard no le gustara la poes3a, pero, m3s all3 de eso, ella le ayudaba a abrir horizontes, transgredir. Tal hecho no se verifica muy de pronto en su obra, pero al final, emerge como posibilidad. Por supuesto que no se puede decir que esa es la 3nica manera o la mejor manera de mirar la monumental teor3a de Bachelard, sin embargo, esta (la imagen po3tica, on3rica como herramienta para mejor proponer una Ciencia abierta, creadora) es una entre tantas otras posibilidades.

En esa b3squeda, como un d3a hizo Luhmann al sacar del coraz3n del concepto de sociedad la tradici3n ontol3gica esencial del concepto de autarqu3a, con el albedr3o de imponerle a ella, la sociedad, m3s complejidad, Bachelard desontologiza el concepto de frontera que emerge de la tradici3n religiosa o jur3dica como algo, intransponible y lo cambia, bajo la proposici3n de un concepto operatorio. As3 desde la obra de Bachelard, la frontera epistemol3gica tiene l3mites que se pueden o se deben “transgredir experimentalmente”. (Bachelard, 2008: 8), siempre dentro de los l3mites de la Ciencia.

Las im3genes de Bachelard no pierden su valor imag3tico, on3rico, pero, all3 est3n para crear una raz3n abierta, creadora, que “tiene su punto de partida en una pol3mica, o sea, empieza siempre por un di3logo, por el cambio de argumentos y por la negaci3n y rectificaci3n del saber anterior, para, logo despu3s, alcanzar nuevas verdades” (Barbosa, 2004: 53). La raz3n abierta, creadora de Bachelard se relaciona con los ideales de Luhmann, especialmente, cuando este propone su racionalidad sist3mica.

La potencia del rechazo, de la negaci3n, la b3squeda por la evoluci3n, une Luhmann y Bachelard de manera muy fuerte. La din3mica de su obra cient3fica, po3tica, de sus sue3os dejaba Bachelard lejos de lo absoluto, de lo simples, tan lejos cuanto si qued3 Niklas Luhmann, jams3 desbordando las fronteras de la Ciencia, al rev3s, poniendo hincapi3 en ellas. Cre3a Bachelard que “la explicaci3n cient3fica, se inclina a acoger, en sus bases, elementos complejos y a no edificarse sino sobre elementos condicionales, no concediendo sino a t3tulo provisorio, para funciones bien especificadas el brevet de simplicidad. Esa preocupaci3n de mantener abierto el cuerpo de explicaci3n es caracter3stico de una psicolog3a cient3fica receptiva.” (Bachelard, 2000:141). Caracter3stica fundamental del trabajo del maestro de la Sorbona, la cual, admite de manera tranquila las deformaciones conceptuales que caracterizan las yuxtaposiciones disciplinarias. Este, un punto de contacto interesante entre las obras de Luhmann y Bachelard.

Complejidad y yuxtaposiciones disciplinarias

Según Morin, la complejidad lleva, inicialmente, a lo que es irracional, incierto, confuso, desordenado. Siendo así la complejidad, es un concepto que hay que explorar, definir. (Morin & Le Moigne, 2000: 47). La definición de complejidad es un tema en muchas Ciencias, tal vez, en todas. Sin embargo, no hay acuerdo entre las definiciones resultantes, tal vez algunos puntos en común, nada más. Es útil en este contexto, tener conciencia de la profunda relación "a priori" entre la complejidad y las ciencias naturales. A continuación se presenta ejemplo que corrobora la afirmación anterior:

"The term complexity is abundantly used in spite of the absence of a comprehensive and concise definition. Indeed the definitions employed by most researchers simply appear to reflect the particular task or model involved." ¹ (Seth, 2006)

A pesar de la indefinición, lo que se quiere apuntar acá es que la complejidad desborda las fronteras de lo disciplinar, la complejidad impone otra manera de producir conocimiento científico. Tal hecho no es nuevo, al final del siglo XIX la Ciencia empieza a criticar con más fuerza el andamiaje clásico y pasa a buscar un nuevo sendero, más allá de la no-contradicción, de lo racional, de lo lineal y de la verdad absoluta. La acomodación de esas variables y sus consecuencias formales, son los desafíos de la epistemología del siglo XX. La teoría general de sistemas de Bertalanffy y la Cibernética de primera y segundo orden intentan responder a ese desafío.

Warren Weaver en su artículo "Science and Complexity" ², plantea que en la Segunda Guerra Mundial los problemas de complejidad organizada, aquellos que no se relacionan con dos variables pero tampoco se relacionan con números rotundamente grandes de variables, por ejemplo, "el número de átomos en un poco de sal" (Weaver, 1948), eran manoseados por equipos mixtos, los cuales juntaban "mathematicians, physicists, and engineers (...) physiologists, biochemists, psychologists, and a variety of representatives of other fields of the biochemical and social sciences." ³ (Weaver, 1948) que trabajaban unidos y producían conocimiento útil bajo la operacionalización de una unidad cuya resultante era mayor que la mera suma de sus partes. Así el conocimiento científico producido desbordaba las fronteras disciplinares, ultrapasaba las disciplinas arriba mencionadas.

Kenneth Boulding, uno de los padres de la Teoría General de Sistemas (TGS), observa, en su artículo "The Skeleton of Science" ⁴, la TGS como un sistema de sistemas, con un nivel importante de abstracción. Plantea claramente acerca de interdisciplinariedad. Además de eso, expone la estructura que ayudó a construir como una posible alternativa para la tendencia que tiene o tuvo la Ciencia de "cerrar la puerta para problemas y temas que no se encajan fácilmente a esquemas mecánicos simples" (Boulding, 1968), vale decir, problemas complejos, la complejidad en sí.

Los planteamientos y perspectivas citados fueron operados desde dentro del sistema científico, no lo dejaron, crearon nuevas bases para la Ciencia desde dentro de la Ciencia.

La propuesta de definición del concepto "transdisciplinariedad" ocurrirá después de la definición de las demás yuxtaposiciones disciplinarias; poli o multidisciplinariedad e interdisciplinariedad. Las palabras de Olga Pombo ponen claridad al tema: se debe aceptar los conceptos "como una especie de *continuum* que es atravesado por algo que

en su seno, se desarrolla. Algo que ocurre en su forma mínima, en aquello que sería la multi (o pluri) disciplinariedad, lo que supone el poner en conjunto, el establecer algún tipo de coordinación, con miras de mero paralelismo de puntos de vista. Algo que, cuando va más allá de esta dimensión de paralelismo, de poner en conjunto de manera coordinada, y se está moviendo hacia una combinación, una convergencia, una complementariedad, nos pone sobre el terreno entremedio de la interdisciplinariedad." (Pombo, 2006)

Por lo tanto, para Pombo poli o multidisciplinar ocurre cuando un objeto es estudiado por diversas disciplinas de manera coordinada, paralela, enriqueciendo el estudio de tal objeto específico. En la interdisciplinariedad, hay convergencia entre disciplinas para el estudio de un determinado objeto, hay un diálogo común.

Desde esta perspectiva, considerando la transdisciplinariedad como un nivel más profundizado en esa escala (lo que es contrariado por el trabajo de Dronkers & De Vries del año 1999), existe una fusión unificadora, una emergencia novedosa, o la emergencia de una emergencia. Donde no se puede más apuntar de que disciplina vino esta o aquella herramienta presente en ese nuevo cuerpo. El concepto, la herramienta vino de diferentes mundos, de diferentes tradiciones, pero sus rasgos originales no más corresponden; es una emergencia novedosa.

En un contexto donde ocurre la manipulación científica de sistemas complejos, la interdisciplinariedad o la poli/multidisciplinariedad no tienen rendimientos adecuados. Así, es importante citar, conforme nos plantea Yesu Kim, ex director de la División de Filosofía y Ética de la UNESCO, en el relatorio *"Transdisciplinarity: Stimulating synergies, integrating Knowledge"*,⁵ veamos: "Multi-disciplinarity, often relying on the simple juxtaposition of mono-disciplinary approaches, frequently fails to produce unified outlooks. Inter-disciplinarity, mostly based on assembling distinct viewpoints, keeps its roots in fragmented disciplines, and consequently misses the coherence it is aiming at." ⁶ (UNESCO, 1998: III)

Profundizando la contextualización, se puede decir que la complejidad en todas las disciplinas, vale decir, en las Ciencias Naturales, Sociales, Biológicas, apunta a la inter o la transdisciplinariedad.

El término transdisciplinariedad fue utilizado por primera vez en la Primera Conferencia Internacional sobre la Interdisciplinariedad por el educador Jean Piaget, así planteó Basarab Nicolescu acerca de tal hecho:

"In his contribution, Piaget gives the following description of transdisciplinarity: "Finally, we hope to see succeeding to the stage of interdisciplinary relations a superior stage, which should be "transdisciplinary", i.e. which will not be limited to recognize the interactions and or reciprocities between the specialized researches, but which will locate these links inside a total system without stable boundaries between the disciplines". This description is vague, but has the merit of pointing to a new space of knowledge "without stable boundaries between the disciplines" (.....) in his introduction to the Proceedings of the workshop, Pierre Duguet honestly recognizes that some experts wanted, in preliminary meetings, to see the word "transdisciplinarity" in the title of the workshop, but authorities of the OECD refused to do so, because they were afraid to confuse some representatives of the member countries." ⁷ (Nicolescu, 2005: 1)

De lo expuesto anteriormente es importante fijarse en la estructura sistémica - y no en su rasgo de super-disciplina. La transdisciplinaridad opera en una estructura horizontalizada, que genera más complejidad y no en una posición autárquica. (verticalizada). Nicolescu diseña la definición de transdisciplinaridad de Piaget y, la consecuente dificultad que tenía y tiene la comunidad científica, se supone, para lidiar con el tema.

La dificultad en expresar lo que se entiende por Transdisciplinaridad está siempre contextualizada, es inherente en su manoseo, ejemplos de eso son abundantes (Unesco, 1998: 39-40), (Lawrence & Després, 2004: 39-40), (Ezz et al, 2006: 2). En textos y Congresos, no se sabe si la transdisciplinaridad tiene relación con la solución de problemas o con intereses teóricos. Por lo tanto, no se sabe si tiene que ver también con mejores maneras de actuar efectivamente, si es una superdisciplina arriba de todas las otras y de los temas, o si esta alrededor de temas específicos. No se sabe dónde está la diferencia entre interdisciplinaridad y transdisciplinaridad y, fundamentalmente no se sabe si está en la Ciencia o más allá de ella. Importante decir, que esos son algunos puntos problemáticos, existen muchísimos otros. (Lawrence & Després, 2004), (Ezz, Furlong y Papazafeiropoulou, 2006) (Velásquez, 2005)

Además de la dificultad en definir el concepto, existe, conforme a lo citado arriba, la relación de la transdisciplinaridad con cruzar las fronteras de la Ciencia (Morin & Nicolescu, 1994, art.4 y 5). Así, desbordar el conocimiento científico (episteme) y llegar / no salir del conocimiento común (gnosis), (UNESCO, 1998:25) quedándose cercana de la simple opinión (doxa). Así pareciera que un esfuerzo preliminar es tratar la transdisciplinaridad como emergencia novedosa en la Ciencia, sin salir de ella.

La preocupación ocurre porque la semántica al alero de la cual se cristalizó el término, es aquella relacionada al postmodernismo. Así pareciera que la discusión está, en el nivel de la gnosis no en aquel de la episteme, vale decir, busca respuestas fuera de la Ciencia, no, más allá de lo disciplinar, más allá de lo científico, conforme lo mencionado anteriormente bajo las palabras de Gouvea.

Lo que se busca en ese trabajo es, de esa manera, un esfuerzo para salir de una Transdisciplinaridad con características un poco más Gnoseológicas y buscar caminos hacia una Transdisciplinaridad Epistemológica, o conforme la tradición ya existente en la doctrina, una Transdisciplinaridad Fuerte (Strong Transdisciplinarity), conforme citada por Max Neef (Max Neef, 2005) operacionalizando la teoría de Bachelard, la teoría de Luhmann, los trabajos de Boulding y Weaver, creyendo tal vez, en una oferta de teoría transdisciplinar desde adentro de la Ciencia, una 'respuesta posible' al superracionalismo que un día buscó Gaston Bachelard que, pareciera, se concretiza en la teoría de Niklas Luhmann.

Es importante exponer que lo que se apunta como Transdisciplinaridad Gnoseológica (o, conforme la perspectiva de Max-Neef, Transdisciplinaridad Blanda) se refiere a la definición cristalizada alrededor de la semántica actual del término transdisciplinaridad, o sea, las definiciones, que exponen, como sus rasgos característicos, "problem focus (research originates from and is contextualized in 'real-world' problems), evolving methodology (the research involves iterative, reflective processes that are responsive to the particular questions, settings, and research groupings) and collaboration (including collaboration between transdisciplinary researchers, disciplinary researchers and external actors with interests in the research)." ⁸ (Russell, Wickson & Carew, 2008).

Los motivos para exponer lo anterior como gnoseológico, es propio del estado actual de la discusión acerca de las yuxtaposiciones disciplinarias (si se piensa, por ejemplo, desde Bachelard). Max-Neef lo define de la siguiente manera: "From all that has been expressed so far, we should realize that although transdisciplinary research and approaches are necessary, transdisciplinarity in itself is still an unfinished project, around which there is still much to be discovered and investigated." ⁹ (Max-Neef, 2005)

Se puede, intentar problematizar el tema bajo proposiciones de carácter epistemológico de la siguiente manera:

1. Cuando se habla en problemas del mundo real (*real-world problems*), pareciera que se plantea acerca de una distinción entre problemas teóricos, conceptuales, que están en la mente del observador, y los problemas reales, que están en el mundo. Sin embargo, conforme se puede ver, al alero de los planteamientos de Theodor Adorno, por ejemplo en su artículo, Tres Estudios sobre Hegel, existen consideraciones epistemológicas que dificultan tales intentos, a ver:

" contra la cual se enderezó el filo de la polémica de Hegel. Este había hecho justicia a la crítica de Kant al criticar, a su vez, el dualismo kantiano de forma y contenido y al arrastrar a una dinámica de las rígidas determinaciones diferenciales de Kant y – de acuerdo con la interpretación de Hegel – asimismo de Fichte, mas sin sacrificar, por ello, la insolubilidad de los momentos a una chata identidad inmediata; en su idealismo, la razón se convierte en crítica (en un sentido que critica reiteradamente a Kant) al hacerse negativa, movilizadora de la estética de los momentos, que, sin embargo, se conservan como tales: la reflexión atraviesa de tal manera todos los polos que Kant había contrapuesto entre sí (la forma y el contenido, la naturaleza y el espíritu, la teoría y la praxis, la libertad y la necesidad, la cosa en sí y en fenómeno) que ninguna de estas determinaciones queda parada, a modo de algo último; y cada una de ellas requiere por sí misma exactamente aquel otro momento que en Kant se le contraponía." (Adorno, 1969)

Así, se puede decir que, desde Hegel, pensar en la separación entre teoría y práctica es un hecho de difícil sustentación. En aquel entonces, era posible, bajo la lógica de la estructura clásica de Ciencia cristalizada por Newton, que después de Einstein ya no gobernaba más sola. El padre de la Teoría de la relatividad dijo: "Newton, perdóname." (Isaacson, 2007: 275)

2. En lo que respecta a la metodología, anteriormente citada como una de las características fundamentales del concepto de transdisciplinariedad, se puede exponer la auto-reflexividad de la teoría luhmanniana:

"...ahora hay que preguntarse por las causas de las causas. Por ello, el regreso ad infinitum es equipado con esperanzas de aproximación que encuentran su seguridad última en el funcionamiento de la complejidad. Si las causas se fundamentan de nuevo y si cada etapa se mantiene abierta a la crítica y dispuesta a la revisión, resulta cada vez más improbable que una edificación así realizada pudiera presentarse sin ninguna referencia a la realidad. La circularidad no se ha eliminado, se le ha utilizado, desplegado y destautologizado. Sin esta autorreferencia basal, cualquier conocimiento se derrumbaría. Sólo por medio de ella es posible representar una estructura

sensible al entorno que obtenga información de lo que la ciencia llama realidad (asuntos, objetos)” (Luhmann, 1998, p.425).

Así se puede sustentar que una teoría reflexiva - discusión característica de la cibernética de segundo orden, la cual asume para sí los cuestionamientos que emergen desde la Análisis situs de Gauss y Riemann (emergencia de la posibilidad de contradicción en la Ciencia) y se consolidan con los problemas epistemológicos de la Física Cuántica y tantos otros marcos de la Ciencia del Siglo XX - puede aguantar el cuestionamiento a lo largo del proceso empírico, específicamente, al largo de la cadena de selecciones que caracteriza una investigación científica (Knorr-Cetina, 2005)

3. Admitiendo el planteamiento de Horlick-Jones y Sime acerca de la colaboración, uno de los rasgos de la definición de transdisciplinariedad:

“the need for this collaboration with the broader community by saying that “engaging with spheres of practice and experience, and associated informal knowledges, provides access to both the real-world character of human reasoning and interaction, and with the affording and constraining nature of social and material contexts”. In other words, collaboration provides a type of ‘reality check’ for research processes and outcomes”¹⁰ (Horlick-Jones & Sime)

Se puede pensar en la observación de segundo orden, inicialmente en la manera expuesta por Bachelard, o sea:

Acerca de la colaboración, también citado como rasgo de la definición de transdisciplinariedad, admitiendo el planteamiento de Horlick-Jones y Sime los cuales justifican “De ahí que, aunque nos acuse de círculo vicioso, proponemos fundar la objetividad sobre la conducta ajena, o mejor, para confesar de inmediato el giro paradójico de nuestro pensamiento, pretendemos elegir al ojo ajeno – siempre el ojo ajeno – para ver la forma – la forma felizmente abstracta – del fenómeno objetivo: Dime lo que ves y te diré que es. Sólo este circuito en apariencia sin sentido, puede darnos alguna seguridad de que hemos prescindido totalmente de nuestras visiones primeras. Ah! Sin duda no ignoramos nuestra pérdida! De pronto, es todo un universo que se decolora, es toda nuestra comida que se desodoriza, es todo nuestro arranque psíquico que es roto, retorcido, desconocido, desalentado. Nos es tan necesario mantener la integridad de nuestra visión del mundo! Pero es precisamente esta necesidad la que hay que vencer. Vamos! No es en plena luz, sino en el borde de la sombra donde el rayo, al difractarse, nos confía sus secretos.” (Bachelard, 1993: 283)

Y, desde ese punto, caminar hacia la definición planteada por Luhmann:

“La observación de segunda orden no es el empleo de una lógica forma abstracta, sino el esfuerzo por observar aquello que el observador no puede ver, por razones de posición. La observación de segundo orden debe fijar con exactitud el punto desde el cual se observa cómo el otro observa el mundo. O dicho de manera más precisa: qué esquema de distinción utiliza aquel a quien se observa. Inmediatamente surgen entonces, distintos planos de observación: el observador de segundo orden distingue la observación (observada) de otras observaciones”(Luhmann, 1996)

Se puede decir, por lo tanto, que acerca del ítem colaboración, la observación de segundo orden, conforme planteada por Niklas Luhmann es una posibilidad de problematización que involucra no-especialistas de otra manera y no menos activa. Sin

embargo, el desarrollo de las cuestiones relacionadas con el tema específico, *Public Understanding of Science* – asunto que emerge de manera más fuerte a causa del documento ad-hoc producido en el seno de la Royal Society inglesa en el año 1985, además de eso, tema muy relacionado con las concepciones específicas, *Post-Normal Science* (Funtowicz & Ravetz, 1993) que, de cierta manera, orientan los operadores claves del tema transdisciplinariedad - serán tratadas en artículo posterior.

Dado lo expuesto y caminando, por lo tanto, hacia una problematización con rasgos más epistemológicos, consideraré (como propuesta, buscando más problematizar que definir algo) como transdisciplinariedad lo que emerge en el sistema científico alrededor de un objeto que tiene en su seno la complejidad (Holland, 1997, 65). Lo que desborda a las fronteras disciplinares. Objeto para lo cual la multidisciplinariedad o pluridisciplinariedad, - simples mirada de diferentes disciplinas -; y la interdisciplinariedad, - un diálogo común, que puede llegar hasta la confección de conceptos comunes, pero con límites muy claros, con el conocimiento de los rasgos originales de esos conceptos, donde, en definitiva, no hay emergencia – no tienen ninguna o insuficiente fuerza explicativa.

La transdisciplinariedad, se propone, no estaría más allá de la Ciencia, ni más acá de la Ciencia, estaría en el sistema científico. Y, no es, se creó, una super disciplina. Sería un cuerpo científico abstracto, porque acomoda intereses de diferentes disciplinas, y admitiendo la escala de perfil epistemológico de Gaston Bachelard, sería superracionalista. Operaría de manera sistémica, imponiendo dinámica al trato de la Ciencia, una postura desontologizante y anti-teleológica; constructivista, donde los conocimientos científicos están en construcción, donde no existiría verdad absoluta y donde el propio andamiaje teórico se cuestionaría a lo largo de las “selecciones improbables”. (Knorr Cetina, 2005) que componen la producción de conocimiento científico, algo que se puede relacionar con la teoría luhmanniana.

Mirando hacia adelante

Más allá de utilizar Bachelard para exponer sus relaciones con Luhmann, una unión entre las Ciencias Naturales y las Humanidades, se puede utilizar a Bachelard para poner hincapié, también, en la manera utilizada para relacionar Arte y Ciencia. Se puede decir, recursivamente, que Bachelard trató a los dos como sistemas autopoieticos, Bachelard utilizaba la flexibilidad de la arte, el esquema de distinción de la arte, para irritar a la Ciencia, tornar probable el estiramiento de sus límites, nunca mezclando los dos.

Luhmann produjo una teoría que presenta rasgos novedosos, la emergencia de una emergencia y, de esa manera puede ser apuntado como productor de una oferta de teoría que se puede caracterizar como transdisciplinar (al alero del modelo de Olga Pombo). Sin salir de las fronteras de la Ciencia, las cuales estiraron hasta – talvez - sus límites. Esta, una de las dificultades para la comprensión de su obra.

A pesar de los cambios en la estructura clásica, la Ciencia está viva y operando, lo hace todavía en el esquema gnosis-episteme ilustrado en el Teeteto. Pareciera que la emergencia de la complejidad no cambió tal hecho. Cambió, se creó, las posibilidades y necesidades de comunicación entre disciplinas científicas, de allí la existencia de la multi/poli, inter y transdisciplinariedad expuestas por Weaver, Boulding y tantos otros. La complejidad, se puede decir, desbordó las fronteras disciplinares de la Ciencia, probabilizando interacción entre disciplinas, yuxtaposiciones disciplinarias. Sin

embargo, - es lo que se buscó problematizar en este texto - las fronteras epistemológicas de la Ciencia no fueron desbordadas.

Tal vez sea necesario además de eso, problematizar más las posibilidades y eventual necesidad de una transdisciplinaridad dentro de las fronteras, muy estiradas, de la Ciencia al alero de un concepto de razón que responde a lo que un día buscó Gaston Bachelard. Lo que, se cree plausible sustentar, en lo que es latente en la teoría luhmanniana: una transdisciplinaridad fuerte.

Ese texto no es una respuesta, no podría ser, es sabido que "the integration of inter- and transdisciplinary (...) into everyday research scenarios is one of the major challenges facing the scientific community to date" (Tappeiner, Tappeiner & Walde, 2007). Considerando eso, este artículo es la exposición, tal vez mal formulada, acerca de las posibilidades de sustentación teórica de una transdisciplinaridad epistemológica o fuerte, i.e. de un andamiaje transdisciplinar que busca no salir de dentro de los límites del sistema científico.

Por detrás de los planteamientos expuestos en ese artículo, están las palabras de Ilya Prigogine, Nobel de Química en el año 1977, por sus contribuciones para la termodinámica del no-equilibrio particularmente en su teoría de las estructuras disipativas:

"Una tercera cultura: es decir, un medio donde pueda iniciarse el diálogo indispensable entre el paso de una modelización matemática y la experiencia conceptual y práctica de aquellos – economistas, biólogos, sociólogos, demógrafos y médicos – que intentaron describir la sociedad Humana en toda su complejidad. Que un medio intelectual así pueda desarrollarse condiciona sin lugar a dudas la puesta en marcha de nuestros recursos conceptuales y técnicos en la crisis contemporánea" (Prigogine, 2004: 61) RM

Bibliografía

ADORNO, Theodor W. (1969) "Tres Estudios Sobre Hegel" Madrid: Taurus

ALVES-MAZZOTTI Alda J. & GEWANDSZNAJDER Fernando. (2001) "O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa." São Paulo: Editora Pioneira.

ARNOLD, Marcelo. (2003). "Fundamentos del constructivismo sociopoiético" Cinta de Moebio n° 18 Consultado en Septiembre de 2008 de la World Wide Web <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10101801>

ARNOLD, Marcelo. (2004). "La construcción del conocimiento Fundamentos epistemológicos del constructivismo sociopoiético." Investigaciones Sociales, AÑO VIII N° 12, pp. 271-287.

ARNOLD, Marcelo. & MANSILLA, Darío. (2007). Darío R. "Sociedad y teoría de sistemas". 4 edición, Santiago de Chile: Editorial Universitaria, S.A.,

BACHELARD, Gaston. (s/a) "La actividad racionalista de la física contemporánea" Buenos Aires, Argentina. Ediciones Siglo Veinte.

BACHELARD, Gaston. (1978). "El Racionalismo aplicado." 1ª Edición. Bueno Aires: Editorial Paidós.

BACHELARD, Gaston. (1985). "El Compromiso racionalista" 4ª Edición. México, DF: Siglo Veintiuno Editores.

BACHELARD, Gaston. (1987). "La intuición del instante". 1ª Edición. México, DF: Fondo de Cultura Económica.

BACHELARD, Gaston. (1993). "La Formación del espíritu científico". 19ª México, DF: Edición. Siglo Veintiuno Editores.

BACHELARD, Gaston. (2000). "O novo espírito científico" 3ª Edição. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro Ltda.

BACHELARD, Gaston. (2001a). "Epistemologia". 1ª Edição. Lisboa: Edições 70 Ltda.

BACHELARD, Gaston. (2001). "A terra e os devaneios da vontade". 2ª Edição. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda.

BACHELARD, Gaston. (2002). "La llama de una vela". 3ª Edición.. Caracas : Monte Ávila Editores Latinoamericana.

BACHELARD, Gaston. (2003). "La filosofía del no" 1ª Edición, 4ª Reimpresión. Bueno Aires, Argentina: Amorrortu Editores.

BACHELARD, Gaston. (2003) "A terra e os devaneios do repouso: ensaio sobre as imagens da intimidade." 2ª Edição. Brasil, São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda.

BACHELARD, Gaston. (2005). "El agua y los sueños". Colección Comemorativa 70º Aniversario . México, DF: Fondo de Cultura Económica.

BACHELARD, Gaston. (2006). "El aire y los sueños" 2ª Edición, 9ª Reimpresión.. México, DF : Fondo de Cultura Económica.

BACHELARD, Gaston. (2006). "A poética do devaneio" 2ª Edição. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda.

BACHELARD, Gaston. (2006c) "La poética del espacio". 2ª Edición, 9ª Reimpresión. México. DF: Fondo de Cultura Económica.

BACHELARD, Gaston. (2008). "Estudos" 1ª Edição. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda.

BARBOSA, Elyana & BULCÃO. (2004). "Pedagogia da razão, pedagogia da imaginação". Petrópolis: Editora Vozes Ltda.

BOHR, Niels. (2008). "Física atómica e conhecimento Humano – Ensaio 1932-1957" 1ª Edição. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda.

BOHR, Niels. (1970) " Nuevos ensayos sobre física atómica y conocimiento humano – Ensayos 1958-1962" .. Madrid: Aguilar S.A. de Ediciones

BORGES DE MENESES, Ramiro Délio. (2009) "A Complementaridade em N. Bohr: da mecânica quântica a filosofia." Eikasía. Revista de Filosofía, ano III, 17 (marzo 2008). Consultado en Mayo de 2009 de la World Wide Web <http://www.revistadefilosofia.org>.

BOULDING, Keneth. (1951) "The Skeleton of Science". In Modern Systems Research for the Behavioral Scientist" (1era. Ed., pp. 3-11). Chicago: Aldine Publishing Company.

DAVIS, Brent, PHELPS, Renata & WELLS, KRISTOPHER. (2004) "Complicity : an introduction and a welcome" Consultado en Noviembre de 2004 de la World Wide Web http://www.complexityandeducation.ualberta.ca/COMPLICITY1/pdfs/Complicity11b_Intro.pdf

DE WOLF, Tom & HOLVOET, Tom. (2005) "Emergence and Self-Organization: a statement of similarities and differences". Consultado en Marzo de 2005 de la World Wide Web <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.59.6293&rep=rep1&type=pdf>.

DRONKERS, Job & DE VRIES, Ies (1999) "Integrated coastal management: the challenge of transdisciplinarity" Journal of Coastal Conservation, vol. 5, n 2 , 1999, (p. 97-102). Consultado en Marzo de 2005 de la World Wide Web <http://www.jstor.org/stable/25998298>

EZZ, Inas, FURLONG, Shauneen & PAPAZAFEIROPOULOU, Anastasia (2006). "Large scale E_Government projects: The need for transdisciplinary collaborating teams". Artículo presentado en eGovernment Workshop' 06 (Egov 06) , West London, Inglaterra

FOUCAULT, Michel. (1999). "As palavras e as coisas: uma arqueologia das Ciências Humanas". São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda.

FUNTOWICZ, Silvio & RAVETZ, Jerome (1993) "Science for the post normal age" Futures, 25 (7) 739-755. Consultado en Mayo de 2009 de la World Wide Web http://0-www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V65-45K4W0X-98-1&cdi=5805&user=3307096&orig=search&coverDate=09%2F30%2F1993&sk=99749992&view=c&wchp=dGLbVtz-zSkWA&md5=eaaf24019fbec88609189c5091565b27&ie=/sdarticle.pdf

GERSHENSON Carlos & HEYLIGHEN, Francis. (2006) "How can we think the complex". Consultado en Febrero 2006 de la World Wide Web <http://arxiv.org/ftp/nlin/papers/0402/0402023.pdf>

GLEICK, James (1989). "Caos: a criação de uma nova ciência". 15ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier.

GOUVÊA, Ricardo Q. (1996) "A morte e a morte da Modernidade: Quão pós moderno é o posmodernismo?" Fides Reformata vol 1/2, 1996 Consultado en Marzo de 2005 de la World Wide Web http://www.mackenzie.br/fileadmin/Mantenedora/CPAJ/revista/VOLUME_I_1996_2/a_morte....pdf

HAMLIN, D. W. (1957) "Forms and Knowledge in Plato's Theatetus: A reply to Mr. Bluck" *Mind*, New Series, vol 66, n 264, (p. 547) Consultado en Marzo de 2005 de la World Wide Web <http://www.jstor.org/stable/2251064>

HOLLAND, Jonh H. (1997). "A ordem oculta – como a adaptação gera a complexidade". Lisboa, Portugal: Gradiva Publicações Ltda.

HORLICK-JONES, Tom & SIME, Jonathan (2006) "Living on the border: Knowledge, risk and Transdisciplinarity" *Futures* 36 (441-456) Consultado en Septiembre de 2009 de la World Wide Web http://0-www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V65-4BK2F25-1-3&_cdi=5805&_user=3307096&_orig=search&_coverDate=05%2F31%2F2004&_sk=999639995&_view=c&_wchp=dGLbVIW-zSkzk&md5=ab470b63c7cab3e2050c91d0744455cf&ie=/sdarticle.pdf

IZUZQUIZA, Ignacio. (1990). "La sociedad sin hombres: Niklas Luhmann o la teoría como escándalo." Barcelona: Editorial Anthropos.

KLIMOVSKY, Gregório (1999) "Las desventuras del conocimiento científico una introducción a la epistemología" Buenos Aires: AZ Editora

KNORR CETINA, KARIN (2005) "La fabricación del conocimiento: un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia." Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

LAWRENCE, Roderick J. & DESPRÉS, CAROLE. (2004) "Futures of Transdisciplinarity" In *Futures* 36 (4), 397 – 405 Consultado en Mayo de 2008 en de la World Wide Web http://0-www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V65-4BHV7G-1-1&_cdi=5805&_user=3307096&_orig=search&_coverDate=05%2F31%2F2004&_sk=999639995&_view=c&_wchp=dGLbVIW-zSkzk&md5=4340bb760490cffba75ffc0283545192&ie=/sdarticle.pdf

LE MOIGNE, Jean-Louis. (1996). "A Teoria do Sistema Geral: Teoria da modelização". Lisboa, Portugal: Instituto Piaget.

LESHER, J. H. (1969) "πιστήμη and γνώσις in Socrate's dream in the Theatetus" *The Journal of Hellenic Studies*, Vol 89, (p 72-78) Consultado en Mayo de 2009 en de la World Wide Web <http://www.jstor.org/stable/627467>

LUHMANN, Niklas. (1973) "Fin y racionalidad en los sistemas sobre la función de los fines en los sistemas sociales". Madrid, España: Editora Nacional.

LUHMANN, Niklas. (1973a) "Ilustración Sociológica y otros ensayos". Buenos Aires, Argentina: Editorial Sur.

LUHMANN, Niklas. (1996) "Introducción a la Teoría de Sistemas". México DF: Editorial Anthropos.

LUHMANN, Niklas. (1998) "Sistemas Sociales: Lineamientos para una teoría general." Barcelona, España: Anthropos Editorial.

LUHMANN, Niklas. (2002). "Theories of Distinction – redescribing the descriptions of Modernity." Stanford : Stanford University Press. EEUU



- LUHMANN, Niklas. (2006) "La Sociedad de la Sociedad". Mexico, DF: Editorial Herder.
- MAX-NEEF, Manfred A. (2005) "Foundations of transdisciplinarity". *Ecological Economics*, 53 (1) 5-16. Consultado en Mayo de 2008 de la World Wide Web http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VDY-4FNW4S2-3-1&_cdi=5995&_user=496749&_orig=search&_coverDate=04%2F01%2F2005&_sk=999469998&_view=c&_wchp=dGLbVzb-zSkWA&_md5=eeba256f3b6f635e368cfacdda3044e7&_ie=/sdarticle.pdf
- MERTON, Robert. (2002) "Teoría y estructuras sociales" México. DF: Fondo de cultura económica.
- MONASTYRSKY, Michael (1987) "Riemann, Topology and Physics" Houston: Birkhauser
- MORIN, Edgar & LE MOIGNE, Jean Louis. (2004). "A inteligência da complexidade". 3º Edição. São Paulo, Peirópolis : Editora Fundação Peirópolis Ltda.
- NAFARRATE, Javier T. (1996). "Introducción a la teoría de Sistemas". Mexico, DF: Anthropos Editorial.
- POMBO, Olga. (2006) "Epistemologia da Interdisciplinaridade" Consultado en Mayo de 2006 de la World Wide Web <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/investigacao/portofinal.pdf>
- PRIGOGINE, Ilya. (2004). "O fim das certezas" In "A complexidade, vertigens e promessas – Histórias de Ciências". BENKIRANE, Redá Lisboa, Portugal : Instituto Piaget.
- PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle (2004) "La nueva alianza: metamorfosis de la Ciencia". Madrid, España: Alianza Universidad
- NICOLESCU, Basarab. (2008) "Transdisciplinarity as Methodological Framework for Going Beyond the Science-Religion Debate." Consultado en Mayo de 2008 de la World Wide Web <http://www.metanexus.net/magazine/tabid/68/id/10013/Default.aspx>
- RUNCIMAN, Walter G. (1962). "The Plato's later Epistemology". Cambridge. USA : University Press
- SETH, Anil K. (2006) "Interaction, uncertainty and the evolution of complexity". Consultado en Agosto de 2006 de la World Wide Web <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.49.8882&rep=rep1&type=pdf>
- TAPPEINER, Gottfried, TAPPEINER, Ulrike & Janette WALDE (2007). "Integrating disciplinary research into an interdisciplinary framework: A case study in sustainability research" *Environmental Modeling & Assessment*, vol n°12, p. 253-256 Consultado en Agosto de 2009 de la World Wide Web <http://www.springerlink.com.ezproxy.puc.cl/content/37017585x6201740/fulltext.pdf>
- THE ROYAL SOCIETY (1985) "Public Understanding of Science". Consultado en Mayo de 2009 de la World Wide Web <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=26406>

THE ROYAL SOCIETY (2009) "Interdisciplinarity: Transport and the Environment" Consultado en Mayo de 2009 de la World Wide Web <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=11522>

UNESCO (1998). "Stimulating Synergies, Integrating Knowledge". Consultado en de la World Wide Web Julio de 2004 <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114694Eo.pdf>

UNESCO. (1986) "Science and the Boundaries of Knowledge: the prologue of our cultural past" Venice Symposiun. 1986. Consultado en Septiembre de 2007 de la World Wide Web <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000725/072545eb.pdf>

UNESCO (2005). "Transdisciplinariedad y Complejidad en el analisis social". Consultado en Agosto 2005 de la World Wide Web <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001363/136367s.pdf>

VELÁSQUEZ, L. Alejandro Peñuela.(2005) "La Transdisciplinariedad, mas allá de los conceptos, la dialéctica". In Andamios (2), 43-77. Consultado en Mayo de 2009 de la World Wide Web <http://www.scielo.org.mx/pdf/anda/v1n2/v1n2a3.pdf>

WALLERSTEIN, IMMANUEL (2004). "Informe de la Comisión Gulbenkian para la restructuración de las ciencias sociales". Mexico, DF. Siglo XXI Editores. S.A de C.V.

WEAVER, Warren (1948). "Science and Complexity". Consultado en Septiembre de 2006 de la World Wide Web <http://www.ceptualinstitute.com/genre/weaver/weaver-1947b.htm>

WICKSON F., CAREW A.L., RUSSELL A.W. (2006). Futures "Transdisciplinarity: Context, contradictions and capacity." Futures, 40 (5) 460-472. ". Consultado en Septiembre de 2006 de la World Wide Web (http://0-www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V65-4PW05DX-1-1&_cdi=5805&_user=3307096&_orig=search&_coverDate=06%2F30%2F2008&_sk=999599994&_view=c&_wchp=dGLzVtz-SkzV&_md5=b65b4220a894c4f6953692bb6a3eb7d0&_ie=/sdarticle.pdf)

Notas

¹ T. del autor: "El término complejidad es muy utilizado a pesar de la falta de definición concisa y comprehensiva. En realidad las definiciones empleadas por muchos investigadores simplemente parecen reflejar la tarea en particular o el modelo involucrado" (Seth, 2006)

² T. del autor: "Ciencia y complejidad"

³ T. del autor: " matemáticos, físicos, ingenieros (...) fisiólogos, bioquímicos, psicólogos y una variedad de representantes de otras ramas de las Ciencias bioquímicas y sociales" (Weaver, 1948)

⁴ T del autor: El esqueleto de la Ciencia

⁵ T. del autor: "Transdisciplinariedad: Estimulando sinergia, integrando conocimientos"

⁶ T. del autor: La multidisciplinariedad siempre apoyada en la simple yuxtaposición del abordaje monodisciplinaria, frecuentemente falla al producir una perspectiva unificada. La interdisciplinariedad, fundamentalmente operando en la mezcla de diferentes puntos de vista, mantiene sus raíces en disciplinas fragmentadas y, perdiendo por eso la coherencia de lo que está buscando

⁷ "En su contribución, Piaget produjo la siguiente descripción de la transdisciplinariedad: "Finalmente, esperamos ultrapasar el estadio de las relaciones interdisciplinarias y atngir un estadio superior, lo cual debería ser la Transdisciplinariedad, i.e. lo cual no se limitará a reconocer las relaciones y reciprocidades entre las investigaciones especializadas, pero, ubicará tales liamos dentro de un sistema sin fronteras estables entre las disciplinas. Tal descripción es vaga, sin embargo , tiene el mérito de apuntar a un nuevo espacio de

conocimiento "sin fronteras estables entre los conocimientos" (...) en su introducción al Congreso, Pierre Duguet honestamente reconoció que algunos especialistas querían, en encuentros preliminares, ver la palabra Transdisciplinaridad en el título del Congreso, pero, autoridades de la OECD rechazaron hacerlo, porque tenían miedo de confundir los representantes de los países miembros

⁸ T. del autor: "foco en el problema (la investigación se origina y se contextualiza en problemas del mundo real) metodología evolutiva (la investigación involucra iteración, procesos reflexivos que responden a cuestiones particulares, arreglos, y grupos de investigación) y , colaboración (incluye colaboración entre investigadores transdisciplinarios, investigadores disciplinarios y actores externos que tienen interés en la investigación" (Russell, Wickson & Carew, 2008)

⁹ T. del autor: "Por todo lo que fue expuesto hasta ese punto, deberíamos comprender que a pesar de que la investigación transdisciplinar y su perspectiva son necesarias, la transdisciplinar en sí todavía es un proyecto no finalizado, acerca del cual hay mucho que descubrir e investigar" (Max-Neef, 2005)

¹⁰ T. del autor: la necesidad para esa colaboración de la comunidad en general al decir que "relacionándose con esferas de la práctica y de la experiencia y asociando conocimiento informal, posibilitan acceso a ambos: el carácter humano del mundo real y la interacción, y con lo que ofrezca y limita la naturaleza social y los contextos materiales". En otras palabras, la colaboración ofrece una especie de 'chequeo de la realidad' para los procesos de investigación y sus resultados "