

eman ta zabal zazu



Universidad Euskal Herriko
del País Vasco Unibertsitatea

Facultad de Educación, Filosofía y Antropología

Departamento de Filosofía

**PROGRAMA DE DOCTORADO LA GLOBALIZACIÓN A EXAMEN: RETOS
Y RESPUESTAS INTERDISCIPLINARES**

TESIS DOCTORAL

**Reflexiones sobre la transdisciplinariedad como principio científico y sus
posibilidades de aportar a la resolución de un problema complejo en el sur del
Ecuador: el caso de la explotación minera en la provincia de Zamora Chinchipe**

Autor: Gabriel Ulpiano García Torres

Director de tesis: Dr. Nicanor Ursua Lezaun

Donostia - San Sebastián

2019

Índice

Índice	iii
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vii
Introducción	ix
Título	1
Capítulo I: Complejidad, Principios Científicos y Legitimidad	5
1. Complejidad, principios científicos y legitimidad	7
1.1. Principios	7
1.1.1. Principios científicos o principios del conocimiento	10
1.1.2. Perspectiva histórica	11
1.1.3. Principios absolutos	12
1.1.4. Principios relativos	14
1.1.5. Definiciones e hipótesis de trabajo	16
1.2. Estructura lógica y racionalidad	19
1.3. Consenso	28
Capítulo II: Transdisciplinariedad	33
2. Transdisciplinariedad	35
2.1. Multidisciplinariedad	43
2.2. Interdisciplinariedad	50
2.3. Transdisciplinariedad	57
2.3.1. Fundamentos epistemológicos	57
2.3.2. Definición	66
Capítulo III: Transdisciplinariedad como principio	95
3. Transdisciplinariedad como principio	97
3.1. Algunos principios contemporáneos	101

3.2. Razones para considerarla como principio	108
3.3. Consenso sobre transdisciplinariedad como principio	130
Capítulo IV: Explotación minera en el sur del Ecuador	149
4. Explotación minera en el sur del Ecuador	151
4.1. Contextualización del problema	154
4.1.1. Riqueza Minera	158
4.1.2. Biodiversidad	173
4.1.3. Realidad socioeconómica	180
4.2. Resolución de problemas complejos y la utilidad del pensamiento transdisciplinar	188
4.2.1. Perspectiva de la ciencia posnormal	221
4.2.2. Transdisciplinariedad	238
Capítulo V: Conclusiones	233
5. Conclusiones	235
Capítulo VI: Bibliografía	243
6. Bibliografía	245

Agradecimiento

A veces, la vida, nos da oportunidades únicas. Una de ellas fue conocer al doctor Nicanor Ursua, a quién debo agradecer este trabajo. Su guía y referencia intelectual permitieron su conclusión.

A su esposa Rosa que, generosamente, me acogió en las jornadas de investigación.

Al Departamento de Filosofía de la Universidad del País Vasco. Todos, de manera desprendida y generosa, acompañaron este proceso.

A los amigos Luis Lizasoain, Oscar González, José Ignacio Galparsoro, por su compañía permanente.

A la Universidad Técnica Particular de Loja, cuyo apoyo ha sido invaluable, especialmente el de José Barbosa Corbacho y Luis Miguel Romero.

San Sebastián, 5 de julio de 2018

Para Ma. Isabel, Isabela y José, unidad, dirección y sentido de todo.

Introducción

El fenómeno científico, en cuanto tema de reflexión, "adquirió su condición académica a fines del siglo XIX, con la creación de la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas de la Universidad de Viena" (Díaz, L., 2009,1), pero, durante mucho más tiempo, la filosofía ha venido reflexionando sobre la ciencia, sus métodos, sus divisiones, sus formas de integración y su futuro.

Para avanzar, de una manera sistemática, en la comprensión de los fenómenos naturales o sociales, la ciencia adquirió una concepción disciplinar que procura delimitar campos de conocimiento y generar mayores grados de experiencia en diversas materias. De hecho, el entendimiento ha progresado, en gran medida, gracias a esta organización disciplinar del mundo científico. A lo mejor, esta concepción, llega con Descartes cuando proponía "dividir cada una de las dificultades, que examinare, en cuantas partes fuere posible y en cuantas requiriese su mejor solución" (Descartes, R. 2010, 7).

Sin embargo, los avances del conocimiento científico, presentan nuevos retos y visiones sobre el mundo. Adquirimos la capacidad de entender problemas en los cuales las fronteras disciplinares no están claras y, para su resolución, son altos los grados de incertidumbre. Entonces se torna necesario repensar el camino de la ciencia y proponer alternativas. De hecho, cuando estudiamos fenómenos en campos más grandes, con mayores números de variables y muchas personas y valores inmersos, empezamos a hablar de complejidad. Por ello, desde la epistemología se crean, de manera permanente, nuevas referencias y definiciones como la de la ciencia posnormal, concepto desarrollado en la década de los 80:

“PNS¹ was developed in the mid 1980s by Silvio O. Funtowicz and Jerome R. Ravetz who portrayed three different problem-solving strategies in risk assessment: applied science, professional consultancy, and PNS” (Køinig, N., et. al., 2017, 12)²

¹ PNS: *Post Normal Science* (Nota del Autor).

² El concepto de ciencia posnormal fue desarrollado, a mediados de la década de 1980, por Silvio O. Funtowicz y Jerome R. Ravetz, quienes interpretaron tres estrategias diferentes de resolución de problemas en la evaluación de riesgos: ciencia aplicada, consultoría

Con esta perspectiva, una serie de prestigiosos pensadores y científicos, como Lima de Freitas, Edgar Morin o Basarab Nicolescu³, han llamado a la comunidad científica para que frente a problemas cuyas variables sean considerables y los valores o personas inmersas en su resolución, de igual manera, sean muchas, como las que tienen que ver con definiciones complejas como la del propio ser humano o los problemas ambientales, se piense en una concepción transdisciplinar. Sin embargo, en el transcurso de los últimos años, los conceptos de ínter, multi y transdisciplina, se han visto, generalmente, como una misma cosa, abandonando la idea original de este grupo de investigadores.

Entonces, esta tesis, pretende ser una reflexión sobre la transdisciplina. Empieza preguntándose si puede ser considerada como un principio científico, para lo que, a su vez, trata de definir que son estos principios del conocimiento. Luego, estudia si hay diferencia entre los términos ínter, multi y transdisciplinariedad, y establece lo que podría considerarse como un principio. Con ello hace un esbozo de aplicación sobre un problema de alta complejidad: la minería en el sur del Ecuador.

En efecto, al final del trabajo, proponemos cómo se podría abordar un problema que involucra la explotación de setenta y dos mil millones de dólares en cobre oro y plata, en uno de los diez *hot-spots* de biodiversidad del mundo, enclavado en un país como Ecuador, cuya deuda externa equivale a la mitad del monto de las reservas minerales de la zona y teniendo en cuenta que, la explotación minera, se realizaría en medio de una región con más del setenta por ciento de sus habitantes en condiciones de pobreza.

Por otra parte, el sitio, en donde se establecen dos de los principales proyectos mineros del Ecuador, está en una de las vertientes originales del río Amazonas, por lo que, cualquier problema de contaminación, puede afectar a una de las principales cuencas hidrográficas del planeta.

Entonces, un problema de tanta complejidad, necesita un tratamiento complejo y que, por lo tanto, puede ser de carácter transdisciplinar.

profesional y la ciencia posnormal. Traducción del Autor.

³ Los tres fueron integrantes de la Comisión de Redacción de la llamada "Carta de la Transdisciplinariedad" firmada en noviembre de 1994.

Reflexiones sobre la transdisciplinariedad como principio científico y sus posibilidades de aportar a la resolución de un problema complejo en el sur del Ecuador: el caso de la explotación minera en la provincia de Zamora Chinchipe

“¿Está el ser humano reducido a considerar que sobrevivir ya es mucho, oscilando entre un trabajo generalmente embrutecedor, el miedo a perderlo y el consuelo (o desconsuelo) por lo aleatorio de un resultado deportivo?... La filosofía, que otorga unidad focal de significación a disciplinas que van de la matemática al canto trágico, ha sido designada como ciencia... buscada, tan intrínsecamente buscada como lo es la libertad, hasta el extremo que renunciar a la una equivale posiblemente a renunciar a la otra”

Víctor Gómez Pin, 2013⁴.

⁴ La cita corresponde al artículo “Salvar a la ciudad” publicado en *El País* el 24 de agosto de 2013.

CAPÍTULO I
COMPLEJIDAD, PRINCIPIOS CIENTÍFICOS Y LEGITIMIDAD

1. Complejidad, principios científicos y legitimidad

1.1. Principios

Podemos decir que la razón humana parte de la experiencia y se va elevando a cuestiones que no puede resolver. En ese momento recurre a principios que debe someter a la crítica para que no sean considerados dogmáticos⁵. Entonces, entendemos «principios» como los elementos primeros desde los cuales empezamos un proceso de razonamiento lógico o la construcción de un sistema “*para bien dirigir la razón y buscar la verdad en las ciencias*” (Descartes, R., 2010, 1).

Sin embargo, resulta difícil establecer un razonamiento lógico cuando un problema contiene un sinnúmero de variables y los actores o valores inmiscuidos son muchos, lo que, evidentemente, produce altos niveles de incertidumbre. Desde esta perspectiva estamos hablando de problemas complejos. Su resolución se ha pensado desde una perspectiva diferente a la que, *normalmente*, tiene la ciencia. A esto, se los ha denominado como “*ciencia posnormal*” una de cuyas misiones es tratar de entender y diferenciar los grados de complejidad de un problema.

De hecho, según Funtowicz y De Marchi (2003, 60):

“La ciencia posnormal ha sido presentada como una estrategia de resolución de problemas apropiada a los problemas de gestión ambiental contemporáneos más importantes... Es una perspectiva que ha de aplicarse cuando típicamente los hechos son inciertos, hay valores en disputa, lo que se pone en juego es muy alto y las decisiones son urgentes. Podemos visualizar esta decisión como una en la que son muy grandes tanto «las incertidumbres de los sistemas» como «lo que se pone en juego en la decisión». Cuando ambos son pequeños, la tradicional «ciencia aplicada»” (Funtowicz, S., De Marchi, B., 2003, 60)

⁵ Sobre esto puede consultarse la “Crítica de la razón pura” de Kant. Al inicio del prefacio a la primera edición realiza una larga reflexión sobre la razón y los principios.

En los últimos tiempos, parece obvio que la investigación científica desempeñe un papel importante en la búsqueda y desarrollo de soluciones sustentables para problemas ambientales complejos. Esto obliga al mundo científico a profundizar su relación con otros actores, como las personas encargadas de tomar decisiones que, normalmente, están en el campo político y, por supuesto, con las personas afectadas por esas decisiones.

“Cultivating a more dynamic relationship between science and policy is essential for responding to complex social challenges such as sustainability. One approach to doing so is to “span” the boundaries” between science and decision making and create a more comprehensive and inclusive knowledge exchange process. The exact definition and role of boundary spanning, however, can be nebulous. Indeed, boundary spanning often gets conflated and confused with other approaches to connecting science and policy, such as science communication, applied science, and advocacy, which can hinder progress in the field of boundary spanning” (Bednarek, A.T., et. al., 2018, 1)⁶.

Al hablar de limitar o romper las fronteras, no solo se aborda el tema de la colaboración entre disciplinas científicas, como la inter y la multidisciplinariedad, cuyos conceptos expondremos más adelante, sino que se dibuja la idea de traspasar los límites formales de los campos del conocimiento y del mundo científico. Hay un atisbo de «transdisciplinariedad».

Entonces, hasta ahora, podemos colegir dos cosas:

- El grado de complejidad de un problema está directamente relacionado con el número de variables que presenta y la cantidad de valores y personas involucrados. La denominada “ciencia aplicada” podría, generalmente, encargarse de la resolución de problemas que, en su resolución, no afectan a un elevado número de personas o que no pone en juego valores.

⁶ Cultivar una relación más dinámica entre ciencia y política es esencial para responder a desafíos sociales complejos como la sostenibilidad. Un enfoque para hacerlo es "romper" los límites "entre la ciencia y la toma de decisiones y crear un proceso de intercambio de conocimientos más completo e inclusivo" (la traducción literal sería abarcar los límites, pero el contexto se refiere a "limitar los límites que se expresa mejor con romper, en el sentido de expandir, los límites). Sin embargo, la definición exacta y la función de la delimitación de límites puede ser incierta. De hecho, establecer límites a menudo se confunde con otros enfoques para conectar la ciencia y la política, como la comunicación científica, la ciencia aplicada y la defensa, lo que puede obstaculizar el progreso en el ámbito de la delimitación de fronteras. Traducción del Autor.

- Se requiere de una visión «transdisciplinaria» cuando existen valores y personas en juego dentro de un problema: A este tipo de asuntos les podemos denominar «problemas complejos» porque, ciertamente, están relacionadas con la vida y el futuro de las personas.

Los problemas ambientales son complejos pues, en su resolución se involucran cuestiones éticas como los derechos de las generaciones presentes y futuras; y, pragmáticas, como el uso de los recursos, sus finalidades y aplicaciones.

Ahora bien, para resolverlos, debemos entender que interactúan en lo que podríamos llamar un sistema. De hecho, la ciencia considera que el planeta entero es un sistema en equilibrio. Para Tarbuck y Lutgens (2005, xxii):

“Un aspecto importante de la ciencia moderna ha sido el descubrimiento de que la Tierra es un sistema multidimensional gigante. Nuestro planeta consta de muchas partes separadas, pero interactuantes. Un cambio en una parte puede producir cambios en otra o en todas las demás, a menudo de maneras que no son obvias ni evidentes inmediatamente”

En el fondo, entonces, estamos hablando de que los problemas ambientales tienen que ver con un sistema equilibrado sobre el cual actuará la mano del hombre y, evidentemente, traerá consecuencias. Según Bertalanffy (1989, vii):

“La teoría general de los sistemas representa un amplio punto de vista que trasciende grandemente los problemas y requerimientos tecnológicos, una reorientación que se ha vuelto necesaria en la ciencia en general, en toda la gama de disciplinas que va desde la física y la biología, a las ciencias sociales y del comportamiento y hasta la filosofía”

Con el “hasta la filosofía” Bertalanffy reconoce la importancia de una reflexión profunda en la resolución de problemas complejos. Empieza a esbozarse el hecho de que, como principio, en el sentido de los principios intermedios o relativos de la ciencia, no de los absolutos metafísicos, como explicaremos más adelante, un problema que

implica decisiones urgentes que afectan a personas, poblaciones enteras e, incluso, generaciones posteriores, requiere de dos cosas:

- Qué no se piense desde la visión aislada de una sola disciplina científica, sino que trascienda y se mire, de ser posible, en todas sus dimensiones.
- Qué exista una reflexión profunda sobre la complejidad del problema y las disciplinas relacionadas con su resolución.

Sin embargo, la reflexión humana, siempre parte de algo, de un inicio, que, en el campo de la investigación se lo suele llamar principio.

Entonces, debemos entender si esto puede ser considerado como principio. Para ello empezamos con definiciones necesarias sobre estos tópicos.

1.1.1. Principios científicos o principios del conocimiento

Entendemos *principios* como aquellas proposiciones desde las que se inicia un proceso de razonamiento deductivo. La palabra *principio* ha estado en permanente discusión a lo largo de la historia de la ciencia, por lo que resulta importante diferenciar los principios del conocimiento (principios científicos) de los principios absolutos que, de alguna manera, son metafísicos.

Para Brugger (2005, 444) principio “*es aquello de donde de alguna manera procede en cuanto al ser, al acontecer o al conocer*” y considera que la expresión “*principios del conocimiento designa lo primero y más fundamental en nuestro conocer*” es decir “*«las proposiciones fundamentales» de donde parte el pensamiento que avanza deductivamente*”

El mismo Walter Brugger (2005, 445) sostiene:

“En la matemática y la lógica el problema puede eludirse por el hecho de que las primeras proposiciones, que están como base en todas las demostraciones,

se aceptan a títulos de axiomas basados en convenciones de modo que todo el sistema construido mediante los axiomas y las deducciones no tiene más sentido que el siguiente: si se ponen como base estos axiomas, entonces se desprenden tales y cuales consecuencias”

Entonces, el proponer la transdisciplina como principio científico no tiene otro afán que entenderla como una forma de razonamiento que debe tener en cuenta las aristas y disciplinas más importantes involucradas en un problema complejo. Por ello debemos diferenciarlo del principio, en sentido metafísico, entendido como inicio absoluto.

1.1.2. Perspectiva histórica

Se dice que la primera proposición filosófica la realizó Tales “*al afirmar por vez primera que existe un único principio originario, causa de todas las cosas que son, y sostuvo que dicho principio es el agua*” (Reale, G., Antiseri, D., 1995, 37). Los mismos autores comentan que la palabra *arkhe* (Αρχή) (principio) no fue un término que Tales utilizó y que, seguramente, lo introdujo su discípulo Anaximandro, aunque su uso inicial pudo ser posterior (cf. Reale, G., Antiseri, D., 1995, 37)

Para Aristóteles (1990, 226), “*Es mayor lo que es principio que lo que no es principio y lo que es causa que lo que no es causa, porque sin causa ni principio es imposible existir o llegar a ser*”

Como vemos, para los griegos, el principio solo podía ser fuente de todas las cosas, el final en la cual confluyen y gracias al que subsisten.

Aún estamos muy lejos del concepto moderno de principio científico, pero, en la historia de la filosofía, podemos destacar el ejemplo de Spinoza (1974, 179-182) que, en su *Ética*, empieza su proceso de razonamiento con definiciones, para luego proponer axiomas, a partir de los cuales realiza una serie de proposiciones. Aunque no define el concepto de axioma, es, como vimos, asimilable al de principio.

Para efectos de este trabajo, la idea de la transdisciplina como principio, debería equipararse con un axioma desde el cual se puede partir para formular algunas proposiciones en cuanto a su aplicación.

También se puede entender como la finalidad para la que construimos un proceso racional, como, al pensar sobre transdisciplinariedad, propusiera Morin (2004, 1):

“El principio de la ciencia clásica es, evidentemente, el de legislar, plantear las leyes que gobiernan los elementos fundamentales de la materia, de la vida; y para legislar, debe desunir, es decir, aislar efectivamente los objetos sometidos a las leyes. Legislar, desunir, reducir, estos son los principios fundamentales del pensamiento clásico. En modo alguno pretendo decretar que esos principios estén a partir de ahora abolidos”

Entonces la transdisciplinariedad también es una finalidad: entender los problemas en su contexto, teniendo en cuenta sus aristas más importantes. No quiere decir romper el molde de la ciencia disciplinar, al contrario, se debe procurar tener conocimientos fuertes en cada ámbito, pero pensando que, el problema en su conjunto, solo puede tener una solución si se actúa de manera coordinada y con una visión integral.

Más adelante profundizaremos sobre estos tópicos. Por el momento, continuemos con nuestra idea de entender lo que significa un «principio».

1.1.3. Principios absolutos

Para Ortega y Gasset (1992, 4):

“Lo constitutivo del principio es, pues, que le siga algo, y no que no le preceda nada... en el orden lineal finito habrá un elemento que no tiene precedente o principio. De ese elemento son todos los demás consecuentes. Será, pues, principio en sentido radical o absoluto dentro del orden, será primer principio. Los elementos que preceden a los que les siguen, pero que a su vez son

precedidos por otros, pueden ser llamados «principios relativos» dentro del orden.»

Desde esta perspectiva, y en armonía con el pensamiento griego, no pueden existir dos principios absolutos. Solo cabe uno, pues el término absoluto lo engloba todo, incluyendo principio y fin.

Con esa contextualización, entonces, cuando hablamos de principios científicos o principios del conocimiento, solo podemos hablar de proposiciones intermedias que son válidas, en tanto y en cuanto, permiten seguir el hilo de un proceso de razonamiento.

“Con Tales el logos humano se introduce con seguridad en la senda de la conquista de la realidad en su integridad (el problema del principio de todas las cosas) y en algunas de sus partes (aquellas que constituyen el objeto de las ciencias particulares, que es la denominación que hoy les damos)” (Reale, G., Antiseri, D., 1995, 39)

Aquí queda abierta la puerta de los principios relativos o principios científicos. Sin embargo, hasta el momento, estamos hablando de aquello con lo cual se puede iniciar o en lo que se fundamenta una disciplina del conocimiento. El reto está, entonces, en entender un principio que, sin ser absoluto, pueda aglutinar diferentes áreas del conocimiento, no necesariamente todas, pero si aquellas que tengan mayor grado de relevancia en resolución de un problema complejo.

En el fondo, no hablamos de cambiar la estructura analítica de la ciencia, sino de incorporar, desde una visión sistémica, una forma más fidedigna de entender la realidad. Sobre esto Romero-Pérez (2003, 2) sostiene:

“A raíz de la Teoría General de Sistemas, la vocación analítica de la ciencia paradigmática cede paso a la vocación sistémica de una nueva ciencia: la Sistémica. Aun así, el pensamiento sistémico no desbanca el pensamiento analítico de la ciencia clásica”

En efecto, estamos hablando de un principio que, sin pretender un absolutismo en términos metafísicos, permita un entendimiento, quizás, más cabal del mundo contemporáneo.

1.1.4. Principios relativos

La ciencia es solo una parte del conocimiento que incluye proposiciones denotativas (entendido el verbo denotar como significar de manera objetiva) y excluye las valorativas, las estéticas o las directivas (Cf. Laso, E., 2003, 29-30). Estas proposiciones deben tener la posibilidad de ser declaradas verdaderas o falsas. Su proceso de valoración conlleva la posibilidad de que, al ser aceptadas como verdaderas, se conviertan en principios del conocimiento o científicos que son a los que nos referimos con el nombre de *relativos*.

Para que sean aceptados deben cumplir algunos requisitos. Sobre esto Laso, E. (2003, 29-30) pide que sean:

1. Accesibles: Que puedan ser observados de manera explícita y recurrente, directa o indirectamente. Por ejemplo “*los fantasmas existen*” es una expresión que no es denotativa por cuanto, el objeto al que se refiere, no puede ser observado objetivamente y, por lo tanto, no es una proposición científica. En cambio, si digo: “*El oso andino, u oso de anteojos, habita en el Parque Nacional Podocarpus, ubicado al sur del Ecuador entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe*” es una proposición que puede ser observada, de manera objetiva, por cualquier investigador y repetida tantas veces como se necesaria.
2. Lenguaje pertinente: Los enunciados denotativos o proposiciones deben adecuarse al lenguaje de la ciencia. La manera en que deben ser construidas las proposiciones es particular en cada disciplina científica. No es lo mismo construir una preposición en matemática, donde “ $\sqrt{25}=5$ ”; qué en física donde la aceleración será igual a la velocidad sobre el tiempo “ $a=v/t$ ” y esto, a su vez, proviene de unas determinadas leyes productos de la experimentación y la reflexión. En el primer caso estamos hablando de una proposición adimensional y, en el segundo, las dimensiones son la longitud sobre el tiempo al cuadrado.

Aunque las proposiciones expresan, en ambos casos, una relación de igualdad la una proviene de una operación matemática simple y la otra de un proceso mucho más complejo.

Con estas dos condiciones estamos en relativa capacidad de construir lo que podríamos denominar como *saber científico*; es decir una mezcla de memoria y posibilidades futuras. Memoria, porque deben existir unos enunciados denotativos previos y posibilidad de, a partir de esas proposiciones originales, construir nuevas que permitan explicar otros fenómenos.

Entonces los principios del conocimiento son enunciados o proposiciones denotativas accesibles y con un lenguaje adecuado que permiten avanzar en la construcción de otras para la resolución de nuevos problemas.

Desde esta perspectiva podríamos arriesgarnos a lanzar la siguiente hipótesis: *cuando un problema es complejo, entendido así por el alto número de variables, personas o valores en juego, su resolución se facilitará si se lo aborda desde una visión que englobe las disciplinas involucradas que sean más relevantes para su resolución y su propuesta de solución se construya más allá de cada disciplina y de una manera conjunta.*

Esta proposición, evidentemente no es un principio absoluto sino relativo o del conocimiento. Veamos si se cumple con las condiciones que hemos planteado para ser aceptado como tal. Para ello apliquemos los criterios que hemos propuesto:

1. Accesibilidad: El enunciado denotativo es accesible pues, está sujeto a verificarse, tantas veces como sea necesario, en la resolución de problemas que comporten algún grado de complejidad.
2. Lenguaje pertinente: El lenguaje en el que está construido es compatible con el de la epistemología, pudiendo avanzarse en la construcción de una proposición lógica.

- Si un problema involucra muchas personas, valores y variables, entonces estamos hablando de un problema complejo
- Un problema complejo, para su resolución, requiere de varias disciplinas del conocimiento
- La conjunción de estas disciplinas y su transgresión permite la resolución de este problema
- Conjugar disciplinas y transgredirlas equivale a transdisciplinariedad
- Entonces la resolución de un problema complejo es posible con una visión transdisciplinar

Gráficamente se puede expresar así:

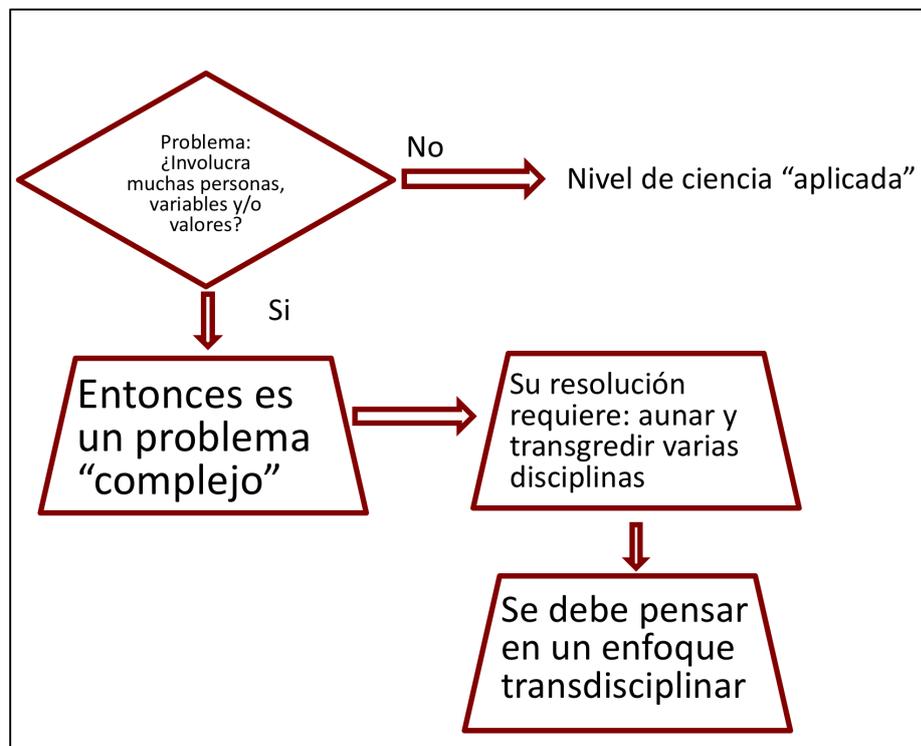


Figura 1

Elaboración: El autor

1.1.5. Definición contemporánea e hipótesis de trabajo

Mario Bunge (1998,11-48) diferencia muy bien el conocimiento científico de la investigación científica. Al primero lo categoriza como un «*sistema*» de ideas

establecidas provisionalmente y, a la segunda, como la «*actividad*» gracias a la que se producen nuevas ideas. Entonces, Bunge denomina conocimiento a un sistema que articula sus diferentes elementos, a los que llamaremos disciplinas. Siguiendo esta lógica, se colige que el conocimiento científico nuevo, o ideas generadas por la actividad investigadora, se produce enlazando diferentes disciplinas dentro de un campo de conocimiento.

De hecho, hay muchos ejemplos en el devenir científico. Por ejemplo, Hull (1990, 512) realiza un estudio metódico y profundo sobre la alianza entre la biología sistemática y la biología evolucionaria y al final concluye: “*The notion of conceptual system per se might well have an essence even though particular conceptual systems do not*”⁷ porque, en general, los sistemas particulares carecen de una esencia más allá de la resolución de problemas propios de la ciencia «*aplicada*», a la que podríamos definir como la forma de utilizar unos conocimientos específicos en la resolución de problemas con un número controlable de variables.

Esto produce posturas críticas sobre la teoría del conocimiento. Quintanilla (1976, 97-98) es una de las personas que mantiene una visión diferente. Sostiene que cualquier teoría debe ser distinta, clara, definida con relación a otra, pero, cuando se habla sobre teoría del conocimiento, no existe una teoría como la teoría de la relatividad que pueda ser comprobada o rechazada, sino que se trata de una serie de «*opiniones*» sobre el conocimiento.⁸ Afirma que:

“En el contexto de la filosofía tradicional (escolástica, fundamentalmente) es normal referirse a varios tipos de conocimiento y establecer una jerarquía entre ellos. Empezando por el llamado conocimiento vulgar o del sentido común, se pasa inmediatamente al científico y se señalan después otras formas de conocimiento como el artístico, el filosófico, el religioso o el teológico, de los cuales este último suele ser considerado el más perfecto. Dentro de este esquema es fácil advertir a veces un ligero desplazamiento hacia el irracionalismo, a partir del cual el conocimiento científico no sólo ocupa un

⁷ “La noción de un sistema conceptual podría tener una esencia *per se* aunque los sistemas conceptuales particulares no la tengan” Traducción del Autor.

⁸ Miguel Ángel Quintanilla diserta una conferencia amplia sobre este tema que está disponible en: <http://www.filosofia.org/enc/dfc/conocimi.htm> El autor la consultó el 19 de octubre de 2017.

lugar mínimo en la escala jerárquica de las formas de conocimiento, sino que incluso puede aparecer como verdadero desconocimiento, por su carácter parcial, limitado... Desde una perspectiva racionalista, sin embargo, el modelo de cualquier forma de conocimiento es el conocimiento científico. Si esta posición se lleva hasta su extremo puede llegarse incluso a negar que haya otra forma real de conocimiento que no sea el científico”.

Entonces, al intentar plantear un principio como la transdisciplina, deberíamos procurar que sea una teoría, en el aspecto formal, y que pueda ser aceptada o rechazada. De hecho, la hipótesis general de este trabajo es:

«La transdisciplinariedad puede considerarse como un principio científico legítimo que aporta de manera efectiva a la resolución de problemas complejos»

Ya hemos visto que esta hipótesis cumple con las condiciones de accesibilidad y de lenguaje propuestas por Laso (2003) pero si las «categorías» del conocimiento, que plantea Quintanilla (1976), realmente existen se podría llegar a comprobar que la transdisciplina constituye un principio científico, una vez que se aplique de manera consciente y programada en la resolución de una serie de problemas «complejos». Por lo pronto, este trabajo procurará teorizar como aplicarlo en el problema de la explotación minera la amazónica provincia ecuatoriana de Zamora - Chinchipe.

1.2. Estructura lógica y racionalidad

Kant (1945, 73) sostenía en su “*Crítica a la razón pura*” que:

“Por el establecimiento legítimo de los principios, clara determinación de los conceptos, rigor en las demostraciones y evitando saltos temerarios en las consecuencias puédase entrar en el seguro camino de la ciencia, ejemplo que ha producido en Alemania el no aun extinguido espíritu de profundidad”.

Esto nos lleva a preguntarnos ¿Qué criterios hacen que un principio científico, o principio del conocimiento, sea legítimo? ¿Los principios que no son científicos, no son legítimos?

Cuando Laso (2003, 29-30, op. cit.) habla sobre lenguaje pertinente, entendemos que, en realidad, se refiere a que, la construcción del conocimiento científico, también debe mantener una estructura racional y, evidentemente, lógica.

Las dos palabras (racionalidad y lógica) se refieren a *proceso*. No se trata de momentos de inspiración, o espontáneas e inexplicables ideas que se nos ocurren para solucionar un problema, sino la aplicación de una secuencia que se genera al estudiar la *relación causa-efecto*. Claro, esto no quiere decir que debemos dejar de lado la intuición en el sentido cartesiano (cf. Descartes, R., 2010) pero sí entrega valor al análisis de las causas, no en el sentido metafísico del origen de todo, sino a las que podríamos denominar *causas intermedias* que, luego, pueden devenir en los nombres de *principio* o *axioma*.

Entonces, para que un principio se constituya como tal, el proceso que nos lleva a postularlo debe seguir un orden lógico o racional, que empieza por la determinación de sus causas.

Ahora bien, aunque se trata de un proceso, la racionalidad no se puede entender sino dentro de un sistema:

“La racionalidad se manifiesta de manera específica en el mundo orgánico, los sistemas sociales y las acciones del hombre, así como en las diferentes esferas: en la naturaleza orgánica, en forma de adaptabilidad y regulaciones de los organismos y de orientación de los procesos de desarrollo; en la vida social, en la extinción de los órdenes sociales que han perdido su razón de ser, en el surgimiento de los nuevos, contribuyentes al desarrollo sucesivo de la sociedad, y en la actividad de los hombres encaminada al logro de determinados fines” (Frolov, I., Ed., 1984, 359)

Entonces, aunque los procesos lógicos puedan desarrollarse de manera autónoma en cada disciplina del conocimiento, no podemos olvidar que, ciertamente, están relacionados con otras disciplinas. En el fondo, si consideramos que el conocimiento científico procura una explicación racional de un problema, debemos entender al sujeto de estudio como un sistema dentro del cual interactúan una serie variables que, seguramente, son afectadas por ciertas causas y que, a su vez, afectan a otras.

“La causalidad es una de las formas de la interdependencia universal de los fenómenos del mundo objetivo. Causa y efecto son «sólo momentos de la interdependencia universal de la conexión, de la concatenación mutua de los sucesos; son sólo jalones en la cadena del desarrollo de la materia» (Lenin). En el mundo no existen fenómenos sin causa. Todo fenómeno de la Naturaleza tiene su causa natural, material. Causa y efecto se hallan en una acción recíproca. La causa genera el efecto, pero tampoco éste es pasivo, sino que influye sobre su causa” (Rosental, M., Iudin, P., 1946, 38).

Parece claro que existe una relación entre fenómenos diferentes, que se presentan en la vida cotidiana, y que, eventualmente, son sujetos de estudio. Evidentemente, sería imposible relacionar todos los fenómenos y todas las causas para buscar una explicación a un determinado problema. Por ello es necesaria la división disciplinar de las ciencias. Sin embargo, como se ha dicho, existen problemas de un orden más bien *complejo* que ameritan la concurrencia y la superación disciplinar. Parece que esto debería ser un principio cuando se quiera abordar problemas de un alto grado de incertidumbre. Al menos esto se colige de la lectura de Rosental y la cita de Lenin.

Cuando hablamos de estructura lógica estamos refiriéndonos a “*Formas lógicas: Modos de estructuración, expresión y conexión de los pensamientos (y partes de los pensamientos) de distinto contenido concreto, que se realizan en el proceso del conocimiento*” (Frolov, I., Ed., Op. Cit., 195) y, por lo tanto, estamos hablando de la manera en la que articulamos el pensamiento y, con ello, las diferentes disciplinas científicas para procurar la resolución de un problema.

Esto no es nada nuevo. Paltón ya lo decía:

“¿Pero este ser racional, este mundo, según qué modelo ha sido formado? Este modelo es el animal perfecto, es decir, no tal o cuál animal inteligible, sino el que comprende todos los animales inteligentes particulares. Por esta razón no hay más que un mundo, que lo abarca todo; y no hay más que un animal racional visible, que comprende todos los animales visibles particulares” (Platón, 1872, 132).

En el contexto contemporáneo a esta forma de acercarse a la resolución de problemas, se la ha denominado, formalmente, como la teoría de la interacción.

“This theory involves a set of generic axioms which models, in a homogeneous logical framework, principles of rational behaviour, communication, and cooperation. It thus supports the rational unit of an autonomous communicating agent, which, in our case, is the kernel of a cooperative spoken dialogue system. It is expressed in a first-order (multi)modal logic of mental attitudes (belief, uncertainty, and intention) and actions” (Bretier, P., Sadek, D., 1996, 189)⁹

Entonces, la interacción, implica ciertas actitudes de las personas involucradas en la resolución de problemas. Pero también implica cooperación interdisciplinar y la decisión de transgredir la especificidad disciplinar para resolver problemas. Uno de los

⁹ Esta teoría implica un conjunto de axiomas genéricos que modelan, en un marco lógico homogéneo, los principios de comportamiento racional, comunicación y cooperación. Por lo tanto, soporta la unidad racional de un agente de comunicación autónomo, que, en nuestro caso, es núcleo de un sistema de diálogo hablado, cooperativo. Esto se expresa, en primer lugar, en una lógica multimodal de actitudes mentales (creencia, incertidumbre, intención y acciones) Traducción: El Autor.

campos donde esta idea ha tenido avances muy significativos es la informática que, por definición, es una ciencia fundada sobre la lógica y los procesos.

*“Since then the theory of process calculus in particular and the concurrency theory in general have proliferated. In fact, the development of concurrency theory has been so fast and the number of the proposed models has increased so dramatically that a call for a general theory of interaction has long been overdue” (Fu, Y. 2016, 1)*¹⁰

Una teoría general de la interacción que coincide con la noción de transdisciplinariedad, puesto que no se trata de una interacción aleatoria mediada por el azar, sino de una consciente donde el proceso de argumentación lógica, la relación causa – efecto, sean los que nos lleven a buscar primero las disciplinas relevantes que intervienen en la resolución de un problema con alto grado de complejidad, luego aunarlas, para que trabajen unas en función de otras y, finalmente, transgredirlas hasta obtener una visión quizá más completa de lo que podría ser una solución, provisional y aceptable del problema.

“These relationships must be about models and objects (processes, programs), there is nothing more basic than these two classes of entities, hence the following two relationships.

The first is the equality relationship on processes. At an abstract level, one cannot think of a relationship on objects/processes/programs that is simpler than the equality relationship.

The second is the expressiveness relationship formalizing the idea that one model is at least as expressive as another. All other relationships between models are conceptually more complex”¹¹ (Fu, 2016, op. cit., 3)

¹⁰ Desde entonces, en particular la teoría del cálculo de procesos y, en general, la teoría de concurrencia ha proliferado. De hecho, la teoría de concurrencia se ha desarrollado rápidamente y el número de modelos propuestos se ha incrementado, de forma tan dramática, que hace mucho tiempo que se exige una teoría general de la interacción. Traducción: El Autor.

¹¹ Estas relaciones deben ser sobre modelos y objetos (procesos, programas), no hay nada más básico que estas dos clases de entidades, de ahí las siguientes dos relaciones. La primera es la relación de igualdad en los procesos. En un nivel abstracto, uno no puede pensar en una relación en los objetos / procesos / programas que sea más simple que la relación de igualdad. La segunda es la relación de expresividad que formaliza la idea de que un modelo es al menos tan expresivo como otro. Todas las demás relaciones entre modelos son conceptualmente más complejas. Traducción: El Autor.

Vemos que el proceso transdisciplinar posee, evidentemente, una dimensión relacional que involucra no solo a cada campo del conocimiento sino a las personas que intervienen. Con ello, para que la relación pueda fluir, debe procurarse que el problema en discusión, y sus posibles soluciones, tengan postulados legítimos, entendidos tales, como ciertos, genuinos, verdaderos; en una palabra, con carácter científico lo que implica la posibilidad comprobarse y la necesidad de que se expresen en lenguaje pertinente.

La legitimidad está asociada con la verdad. Claro, aquí entramos a campos complejos como la relación entre conocimiento y verdad. Gettier (1963) habla sobre los diferentes intentos que se realizan para lograr que una proposición sea aceptada como verdadera. De hecho, plantea tres posibilidades que, generalmente, se usan en este intento:

<p>A)</p> <p>S sabe que P.</p>	<p>En consecuencia:</p> <p>I. P es verdadero, II. S cree que P, y III. S se justifica en la creencia que P.</p>
<p>B)</p> <p>S sabe que P.</p>	<p>En consecuencia:</p> <p>I. S acepta P, II. S ha adecuado evidencia para P, entonces III. P es verdad</p>
<p>C)</p> <p>S sabe que P</p>	<p>En consecuencia:</p> <p>I. P es verdad II. S está seguro que P es verdad y III. S tiene el derecho a estar seguro que P es verdad</p>

Figura 2

Elaboración: Gettier (1963, 123). Traducción: El Autor.

Es decir que, cuando conocemos un hecho, y lo calificamos como verdadero, puede ocurrir una de estas tres posibilidades:

Primero: Conocemos un hecho, lo damos por verdadero y luego nos justificamos en la creencia de su veracidad.

Segundo: Conocemos un hecho, lo aceptamos, adecuamos evidencia para ese hecho y, con ello, deducimos su veracidad.

Tercero: Conocemos un hecho que es verdadero y, con ello, asumimos que tenemos el derecho a la seguridad de esa veracidad, con lo que no requerimos ningún otro tipo de pruebas.

Gettier (1963) argumenta la falsedad de las tres proposiciones por cuanto la condición primera, la del conocimiento de un hecho, no es condición suficiente para poder aceptarla como verdadera.

Es decir, se pueden construir argumentos, de una manera lógica, que podrían darse como verdaderos, pero sustentado en hechos que no tienen las condiciones suficientes para aceptarse como verdaderos.

Sobre esto, Ambrosini, C., y Beloccio, M. (2003) proponen que, con relación a las falacias frente a un razonamiento válido, muchas veces, se trata de un argumento válido, desde el punto de vista de la lógica, pero convertido en sofismo por argucias de quien lo esgrime. Puede producirse un cierto tipo de actitud que desestima el contenido empírico de la información y se queda con la estructuración lógica del enunciado.

En nuestro caso, la propuesta de la transdisciplinariedad como principio, además de enunciarse desde una construcción lógica, pues los problemas complejos que involucran un número elevado de variables requieren de la conjunción y transgresión de disciplinas para solucionarse, puede sustentarse en un contenido empírico si se recogen algunas experiencias que, sobre el tema se han tenido. Quizás uno de los casos más relevantes es

un proceso documentado en Investigación transdisciplinaria en la práctica¹² (Defila, R., Di Giulio, A., 2016, 9):

“Das vorliegende Buch entstand im Kontext des vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung (SÖF) geförderten Themenschwerpunkts »Vom Wissen zum Handeln neue Wege zum nachhaltigen Konsum«. Den Boden für das Buch bereiteten die Aktivitäten der Begleitforschung im Themenschwerpunkt, deren Ziel unter anderem darin bestand, die Erarbeitung von (Teil)Synthesen zwischen den geförderten zehn Forschungsverbänden anzuregen und zu begleiten. Im Rahmen dieser Aktivitäten fand eine kleine Gruppe von Forschenden aus dem Themenschwerpunkt zusammen, die allesamt ein ausgeprägtes Interesse an Fragen der Gestaltung inter- und transdisziplinärer Forschungsprozesse hatten und die Erfahrungen mit trans-disziplinären Kooperationen im Rahmen des Themenschwerpunkts aufarbeiten und Dritten zugänglich machen wollten. Das vorliegende Buch ist das Ergebnis der daraus entstandenen Reflexionen und Diskussionen¹³”

Desde la perspectiva fáctica, el libro concluye que la práctica transdisciplinaria puede observarse desde tres diferentes finalidades (Cf. Defila, R., Di Giulio, A., 2016. op. cit., 13-16) conforme la Figura 3:

¹² Al momento de realizar la consulta (11 de octubre de 2017) el libro no poseía una traducción en castellano. El original en alemán es: *Transdisziplinär forschen – zwischen Ideal und gelebter Praxis* cuya traducción literal sería: Investigación transdisciplinaria: entre la práctica ideal y la práctica. Nota del Autor.

¹³ “Este libro fue escrito en el contexto del punto focal "Del conocimiento a la acción", financiado por el Ministerio Federal Alemán de Educación e Investigación (BMBF) en el marco de la investigación socio-ecológica (SÖF) "Del conocimiento a la acción nuevas formas de consumo sostenible". El terreno para el libro fue preparado por las actividades de la investigación acompañante en el enfoque principal, con el objetivo de estimular y apoyar la elaboración de síntesis (parciales) entre los diez grupos de investigación subvencionados. En el marco de estas actividades, un pequeño grupo de investigadores del foco principal del grupo de investigación tuvo un gran interés en las cuestiones de diseño de procesos de investigación interdisciplinarios y transdisciplinarios, y también quisieron elaborar experiencias con colaboraciones transdisciplinarias en el marco del tema. Este libro es el resultado de las reflexiones y discusiones resultantes. Traducción: El Autor.

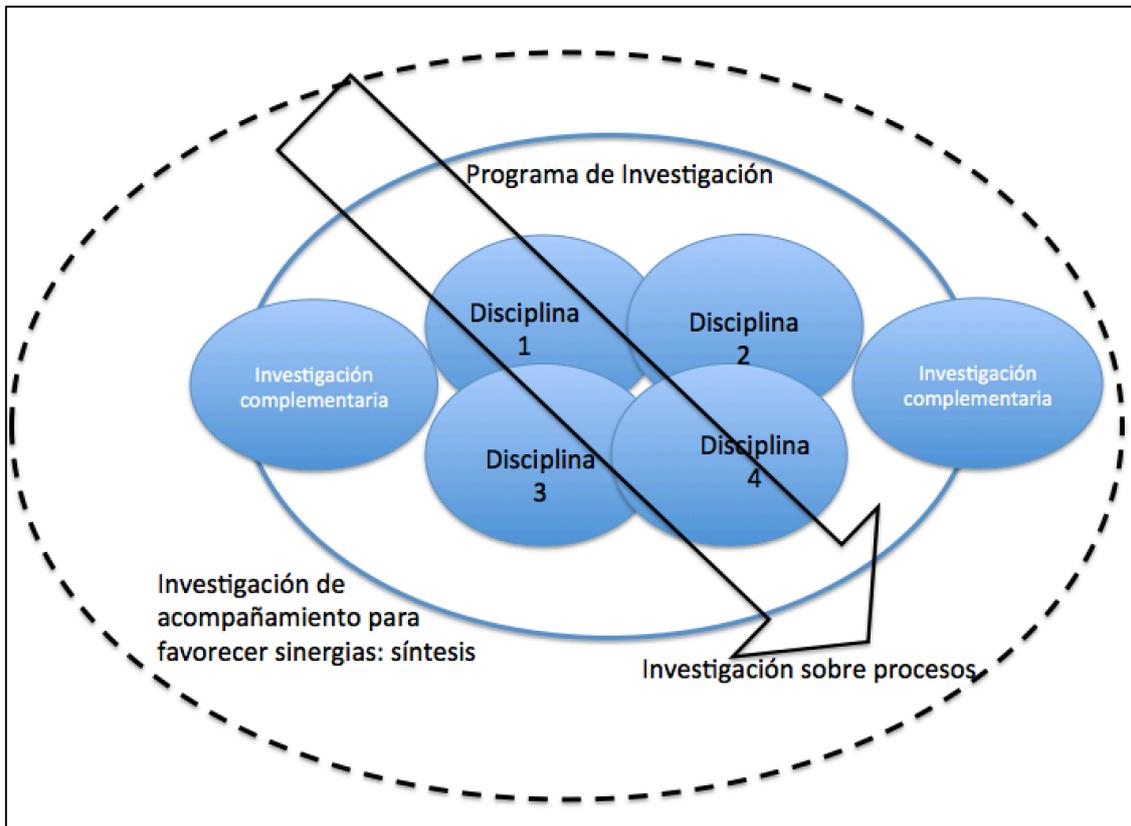


Figura 3

Fuente: Defila, R., Di Giulio, A., 2016. Elaboración: el Autor

- i. Investigación Complementaria: Qué tiene como objetivo cerrar las brechas en el contenido, es decir, explorar cuestiones cuya investigación es uno de los propósitos del programa inicial, pero que, por diferentes circunstancias, se determina como diferente y, a veces, implicando otra disciplina del conocimiento.

- ii. Investigación sobre procesos: Es una especie de meta-investigación, que no aborda el problema inicial del programa de investigación, sino que más bien se centra en la forma en la que se lleva a cabo el programa y las metodologías y procesos empleados por las diferentes disciplinas para su resolución. En este tipo de investigación no puede haber una exigencia sobre los diferentes

proyectos. Debe mantener un *Ethos*, que implica que se pueden aplicar encuestas a los responsables de los proyectos y pedir datos, pero su contestación no es obligatoria para los investigadores. Tampoco se puede exigir memorias sobre procedimientos y métodos; ni imponer cuestiones burocráticas sobre los proyectos. El proyecto de investigación se convierte en sujeto de estudio.

- iii. Investigación de acompañamiento para fortalecer la sinergia: Este proceso busca trabajar en las síntesis o conclusiones del programa de investigación. También promueve los procesos de creación de redes dentro de un programa de investigación temática y, además de las actividades de los proyectos, procura intensificar la difusión y visibilidad del programa de investigación temática para el mundo exterior.

Ahora bien, aquí encontramos una diferencia notable con nuestro postulado. Los tres tipos de investigación transdisciplinar propuestos por Defila y Di Giulio son consecuencias *a posteriori* de un programa de investigación que ya estaba en marcha; mientras el postulado de esta tesis consiste, justamente, en que la transdisciplinariedad se debe enunciar como principio, *a priori*, en proyectos de investigación que busquen la resolución de problemas complejos.

Sin embargo, el trabajo ofrece ayuda para fortalecer la idea de que el postulado no solo se propone en función de un argumento lógicamente construido, sino desde una perspectiva fáctica.

1.3. Consenso

Se podría pensar que, con los avances de la tecnología y la inmensa dimensión relacional que la ciencia ha adquirido, gracias a las publicaciones en revistas indizadas de alcance universal, un principio cobra legitimidad cuando existe un cierto «*consenso*» entre una determinada comunidad científica. Allí estamos hablando de empirismo que considera a los principios como generalizaciones que se logran a partir de experiencias particulares (Cf. Brugger, 2005, op. cit., 191-192).

Para que un principio se aceptado por la ciencia debe existir “*un acuerdo en torno de sus principios, objetos y resultados*” (Serrano, 2007, 2)¹⁴, pero este principio debe considerar que “*dentro del corpus lógico, toda proposición es verdadera, porque tiene su «razón» o su «prueba»*” (Ortega y Gasset, 1992, 6).

En el caso de la trasdisciplinariedad, este principio ha ido tomando fuerza en diversos campos científicos en los últimos años. Quizás uno de los más representativos es el de la investigación en temas ambientales que, realmente, tienden a ser de naturaleza compleja y en los que, sin lugar a dudas, la conjunción y transgresión disciplinar facilita la resolución de ciertos problemas.

*“One aim of transdisciplinary research is to get natural and social scientists to collaborate, so as to achieve an integrated view of a subject that goes beyond the viewpoints offered by any particular discipline. The question of how transdisciplinary approaches can be practised remains a challenge, however, if the quantitative and the qualitative sciences are both to be included”*¹⁵ (Pohl, 2005, 1159).

Otros campos donde también se defiende la necesidad de una mayor trasdisciplinariedad es, justamente, el de la ingeniería de sistemas, en la cual, de

¹⁴El artículo corresponde a Gonzalo Serrano, del Departamento de Filosofía de la Universidad Nacional de Colombia y se encuentra disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo_Serrano/publication/265921287_Origen_y_legitimidad_La_metafora_politica_de_la_epistemologia_de_Kant/links/544e47550cf2bca5ce8ffa16.pdf El Autor lo consultó el 1 de diciembre de 2017.

¹⁵ “Uno de los objetivos de la investigación transdisciplinaria es lograr que los científicos naturales y sociales colaboren, a fin de conseguir una visión integrada de un tema, que vaya más allá de los puntos de vista ofrecidos por cualquier disciplina en particular. La cuestión de cómo se pueden practicar los enfoques transdisciplinarios sigue siendo un desafío, sin embargo, las ciencias tanto cuantitativas como cualitativas deben incluirse”. Traducción del Autor.

manera paradójica, la práctica los ha ido llevando a encerrarse como una disciplina diferente cuándo, en realidad, es quizás la más llamada a ejercerse desde una perspectiva transdisciplinaria.

“We are at a crossroads in the Information Systems (IS) field, I argue that the field should become less disciplinary, and more trans-disciplinary in nature... I build my argument by focusing on – and then questioning – several basic underpinnings in their argument”¹⁶ (Pohl, 2005, 1159)

El argumento utilizado por Pohl, está descrito en un artículo escrito por Riobert Galliers y publicado en la revista de la Asociación de Sistemas Informáticos en el 2003:

- *“The implied definition of information systems as being solely IT-based (“IS scholars research and teach ... topics associated with information technologies, IT infrastructures and IT-enabled business solutions (i.e., information systems) ...” (ibid; 184).*
- *The implied locus of Information Systems [IS] study as being organization-based (“If influential stakeholders are unable to comprehend the ... role being served by the IS discipline, these stakeholders are unlikely to acknowledge its legitimacy within the organizational field” (ibid; 185).*
- *The unquestioned assumption that IS as a field of study is indeed – or is most helpfully treated as – a discipline (“The Identity Crisis Within the IS Discipline” (ibid; 183)*
- *The lack of consideration given to the inter- and trans-national nature of IS as a field of study^{17; 18}”(Galliers, R., 2013, 338)*

¹⁶ “Estamos en una encrucijada en el campo de los Sistemas Informáticos (SI), sostengo que el campo debería ser menos disciplinario y de naturaleza más transdisciplinaria ... Construyo mi argumento centrándome en -y luego cuestiono- varios fundamentos básicos en su argumento”. Traducción: El Autor.

¹⁷ La postura de Gallieris es en contradicción artículo “MIS Quarterly” de Benbasat & Zmud (2003) a cuyas citas se refiere en el párrafo transcrito.

¹⁸

- “La definición implícita de sistemas de información basados únicamente en TI (“los eruditos de SI investigan y enseñan ... temas asociados con las tecnologías de la información, las infraestructuras de TI y las soluciones comerciales habilitadas por TI (es decir, los sistemas de información) ...” (ibid; 184).
- El lugar implícito del estudio de Sistemas Informáticos [SI] está basado en la organización (“Si los actores influyentes no pueden comprender el ... rol que cumple la disciplina de SI, es poco probable que estos actores reconozcan su legitimidad dentro del campo organizacional” (ibid; 185).
- La suposición incuestionable de que (Sistemas Informáticos) es un campo de estudio es, de hecho, o se trata como una disciplina (“La crisis de identidad dentro de la disciplina SI” (ibid; 183).
- La falta de consideración dada a la naturaleza inter y transnacional de la SI como campo de estudio”. Traducción del Autor.

En efecto, los sistemas informáticos tienden a una resolución transdisciplinar pues sus aplicaciones están destinadas a los más diversos campos del accionar humano. Esto ayuda a consolidar la idea de que existe un cierto consenso en torno a que la transdisciplinariedad puede resultar efectiva en la resolución de un problema complejo. Claro, empíricamente, va a resultar extremadamente complicado que se produzca un acuerdo entre las diferentes disciplinas científicas y, aún más, que expresen un consentimiento, de manera formal, para establecer un principio de esta naturaleza. Por ello, la mejor forma de ejemplificar el acuerdo está en la revisión fáctica de lo que pasa en los diferentes campos disciplinares.

Uno de los grandes problemas es la tendencia a que todo el conocimiento del mundo pueda entenderse solamente desde la perspectiva física, o de un materialismo reduccionista. Esta tendencia, generalmente, deja de ser científica y se convierte en ideológica:

“One of contemporary information society's main problems is the ideological tendency to view the acquisition of scientific knowledge as a unique and privileged way to truth and reality. All knowledge other than 'laws of nature' determined by physics and mathematics is regarded as uncertain and subjective” A fundamental part of our cultural project seems to be to carry out a final uncovering of all 'the laws of nature'”¹⁹ (Brier, 1998,185)

El mismo autor, apunta a fortalecer nuestra idea de que el consenso se produce en los hechos. Asegura que, por ejemplo, el trabajo de formular la nueva mecánica cuántica ha demostrado ser un antídoto importante para las creencias de que todo debe estar sujeto a las denominadas «leyes de la naturaleza». Añade que las discusiones sobre el Principio de Interdeterminación de Heisenberg²⁰, el problema de la medición y la Teoría de

¹⁹ “Uno de los principales problemas de la sociedad de la información contemporánea es la tendencia ideológica de ver la adquisición del conocimiento científico como una forma única y privilegiada de la verdad y la realidad. Todo conocimiento distinto a las "leyes de la naturaleza" determinado por la física y las matemáticas se considera incierto y subjetivo. Una parte fundamental de nuestro proyecto cultural, parece ser, llevar a cabo un descubrimiento final de todas las 'leyes de la naturaleza'” Traducción del Autor.

²⁰ W. Heisenberg (Premio Nobel de Física 1932) enunció el llamado principio de incertidumbre o principio de indeterminación, según el cual es imposible medir simultáneamente, y con precisión absoluta, el valor de la posición y la cantidad de movimiento de una partícula. Información disponible en: <http://www.eis.uva.es/~qgintro/atom/tutorial-10.html> El Autor la consultó el 25 de octubre de 2017.

Complementariedad de Bohr²¹ se relacionan con las limitaciones epistemológicas de la ciencia mecanicista clásica. Comenta que, en años posteriores, Ilya Prigogine (Prigogine y Stengers, 1986) en su libro *La nueva alianza*, han señalado especialmente las limitaciones cognitivas básicas para la ciencia clásica, con el descubrimiento termodinámico de la irreversibilidad y la "flecha del tiempo". En ese libro, este famoso químico y su compañera, afirman que la termodinámica es una ciencia fundamental, quizás más que la mecánica. Esto ha llevado a una discusión renovada sobre la relación entre entropía e información. En última instancia, conceptos tales como la no linealidad, el caos y lo impredecible se están estableciendo como fundamentales en las matemáticas y la ciencia. (Cf. Brier, 1998, 185-191).

Es justamente es la noción de lo impredecible la que apunta a dar un mayor sustento a la idea de un ejercicio científico cada vez más transdisciplinar. De hecho, para el propio Prigogine, la historia de la ciencia no es una lenta acumulación de datos que se van incorporando sin ton ni son. Se trata de una relación conflictiva en la que se tiene que tomar decisiones e, incluso, de vez en cuando, apostar por algún tema que nos lleve a redefiniciones inesperadas. (Cf. Prigogine, 2006, 12).

El consenso sobre la necesidad de abordar problemas de honda envergadura desde una perspectiva que vaya más allá de cada disciplina, empieza con dos célebres científicos como Bohr, Premio Nobel de Física en 1922 y Prigogine, también Nobel, pero de Química en 1977. La noción de complementariedad nace con el primero y el concepto de transdisciplina, se fortalece con el segundo que, incluso, participó en el primer congreso mundial sobre este tema, como veremos más adelante.

Entonces, como colofón, debemos señalar que el principio, para ser legítimo, requiere del consenso y de una estructura lógica o de una prueba válida, cuestión que, en el caso

²¹ El Principio de complementariedad “*alcanza una significación cada vez más transcendental para todas las ciencias, y esto precisamente en dos sentidos: 1. En un sentido objetivo: Atraviesa todas las ciencias y confiere, por tanto, a la realidad científica su unidad interna. 2. En un sentido subjetivo: Crea un nuevo estilo del pensar, muy flexible, meditativo y conciliador, que exige el diálogo, el trabajo en equipo y en departamento y, por fin, requiere la colaboración internacional. Intento desarrollar el tema en dos pasos sucesivos: Primero: El significado del principio de complementariedad en la física, donde fue descubierto en primer lugar. Es interesante observar que las recientes investigaciones acerca de las llamadas «partículas y antipartículas» —en realidad, se trata de partículas complementarias— y las estructuras nucleares abren nuevos campos de pruebas para aplicar este principio de Bohr. Segundo: Será preciso buscar el sentido noético y real de la complementariedad; con una palabra: su significación científico-filosófica. Porque sin tener una idea clara y precisa de ésta es imposible comprender su envergadura en otros ramos del saber y de las correspondientes realidades*” Strobl, W. (2007, 185-186).

de la transdisciplinariedad se ha ido configurando desde muy temprano en el siglo pasado y continúa con investigaciones actuales como las de Defila y Di Giulio o, la del propio Brier y sus ideas sobre la *Cyber-semiótica* en las que propone un concepto propio.

Ahora bien, para entender a la transdisciplinariedad, empecemos por definirla y luego tratemos de esbozar, de manera lógica, las cosas que nos llevan a plantearla como principio.

CAPÍTULO II
TRANSDISCIPLINARIEDAD

2. Transdisciplinariedad

El término disciplina puede tener varias acepciones. Una definición es la de considerarse como una doctrina, o la instrucción de una persona en el campo moral. Por lo menos esta es la primera que propone la Real Academia de la Lengua en su diccionario²². En el campo del conocimiento, la propia Academia, la análoga con arte, facultad o ciencia. Esta última es la que, en realidad, nos interesa.

Para acercarnos un poco a una definición más clara sobre lo que es una disciplina y como se incorporó esta palabra al mundo de la ciencia, revisemos algunos autores.

Mendoza (2013, 3) se pregunta y se contesta lo siguiente:

“¿Cómo se desarrolló el modelo disciplinario de la ciencia? La Ciencia moderna nace de la ruptura con el modelo de pensamiento antiguo. Se trata de un modelo que cobró un significativo auge como parte del desarrollo de la sociedad capitalista, su principal espacio de desarrollo fue el paradigma de las ciencias naturales, cuyos principios eran: 1. La existencia de leyes «naturales» que se deberían expresar mediante modelos matemáticos. 2. El descubrimiento de esas leyes a través del pensamiento inductivo que tuviera como recurso la experimentación. 3. La reproducción exacta de los datos obtenidos en el experimento en cualquier situación que daban la «garantía» de confiabilidad y validez”

El concepto de disciplina, según Bunge viene asociado con la división de las ciencias que, para él, son básicamente formales y fácticas. Luego *“esta división toma en cuenta el objeto o tema de las respectivas disciplinas”* (Bunge, 1997, 120). Entonces la división disciplinar tiene que ver con el *objeto* de estudio al que se dedica una

²²Disciplina. Del lat. *disciplīna*. 1. f. Doctrina, instrucción de una persona, especialmente en lo moral. 2. f. Arte, facultad o ciencia. 3. f. Especialmente en la milicia y en los estados eclesiásticos secular y regular, observancia de las leyes y ordenamientos de la profesión o instituto. 4. f. Instrumento, hecho ordinariamente de cáñamo, con varios ramales, cuyos extremos o canelones son más gruesos, y que sirve para azotar. U. m. en pl. con el mismo significado que en sing. 5. f. Acción y efecto de disciplinar. Diccionario de la Real Academia de la Lengua. Disponible en internet en: <http://dle.rae.es/?id=DsFSpIT> El autor lo consultó el 25 de octubre de 2017.

determinada rama de la ciencia. Se crean campos de especialidad para poder responder problemas específicos.

“La investigación científica es especializada: una consecuencia del enfoque analítico de los problemas es la especialización. No obstante la unidad del método científico, su aplicación depende, en gran medida, del asunto; esto explica la multiplicidad de técnicas y la relativa independencia de los diversos sectores de la ciencia.

Sin embargo, es menester no exagerar la diversidad de las ciencias al punto de borrar su unidad metodológica” (Bunge, 1997, op. cit., 70).

El propio Bunge sugiere la necesidad de mantener una unidad metodológica que nos permita explicaciones más amplias; no obstante, se requiere de altos grados de especialización y años de perfeccionamiento en técnicas específicas para poder conseguir el avance de la ciencia.

El concepto de disciplina está asociado con el conocimiento específico de una parte de las ciencias, pero también ha servido, a lo largo de la historia, para realizar un trabajo más ordenado y sistemático en el proceso de la creación de conocimientos nuevos, su asimilación y su profundización. Para Bolaños (2010, 16) es *“Unidad de diferenciación interna de la ciencia... encargada de ordenar el conocimiento con propósitos pedagógicos”*. Entonces, de igual manera, si la disciplina busca ordenar, en ningún momento debe limitarnos la visión integral de los problemas, especialmente de aquellos que revisten grados de complejidad superiores.

Antes de intentar definir los términos a los que se refiere este capítulo, señalo una duda semántica sobre si la palabra correcta es *transdisciplinariedad* (como escriben Peláez, Suárez, et al, 2010) o si la expresión debe ser *transdisciplinaridad* (como la propone Gibbons, et al, 1994). Sobre el tema hay, además, un aporte de contenido. Galo Guerrero (2017) en un manuscrito sostiene que:

“Aunque algunos estudiosos manejan por igual ambos términos, lo cierto es que sí hay diferencia entre uno y otro. La disciplinariedad es un término que se lo aplica para el estudio del periodo clásico de las ciencias, y para trabajar

fundamentalmente con ciertas características: el análisis, la disyunción, el reduccionismo y la objetividad.

En cambio, el término disciplinaridad trabaja con procesos aplicados a la ciencia biológica, sociológica y psicológica, principalmente, desde la reflexión crítica individual y colectiva. Este término también se lo emplea mucho en el ámbito académico para pensar con mayor rigor nuestra práctica docente e investigativa. Desde esta concepción se trata de producir conocimiento orientado a los principios de la complejidad, del pensamiento relacional y dialógico para superar los problemas de la fragmentación y promover una mejor reintegración de las ciencias” (Guerrero, G., 2017, 1).

El autor realizó una consulta formal a la Real Academia de la Lengua sobre el tema y la respuesta fue la siguiente:

“El sustantivo disciplina se emplea con el sentido de ‘observancia de las normas’ y ‘doctrina, arte, facultad o ciencia’. A partir de este sustantivo, se forman dos adjetivos de relación: disciplinar (con el sufijo español -ar, que se emplea como adjetivo de pertenencia o relación, con respecto a los dos sentidos del sustantivo señalados) y disciplinario (con el sufijo culto de origen latino -ario; también toma el sentido de pertenencia, pero se emplea preferentemente en referencia a la primera acepción del sustantivo; cf. Seco, Andrés y Ramos: Diccionario del español actual [Aguilar, 2011]).

En cambio, en los términos procedentes por prefijación de estos adjetivos, como interdisciplinar/interdisciplinario (‘con la cooperación de varias disciplinas’) y multidisciplinar/multidisciplinario (‘que abarca o afecta a varias disciplinas’), no se observa esta alternancia semántica. Se emplean las dos formas para acepciones relativas al segundo significado que se menciona para disciplina, con preferencia por la forma en -ario.

Por otra parte, de acuerdo con lo que se indica en el Diccionario panhispánico de dudas (RAE y ASALE, 2005; <http://lema.rae.es/dpd/?key=dad>), el sufijo -dad toma la forma -idad cuando se une a una base adjetiva de más de dos sílabas

terminada en consonante: interdisciplinaridad (interdisciplinar), multidisciplinaridad (multidisciplinar); y toma la forma -iedad cuando se une a un adjetivo acabado en -io: interdisciplinariedad (interdisciplinario), multidisciplinariedad (multidisciplinario).

Paralelamente a la situación descrita, para el adjetivo objeto de su interés, existirían las variantes transdisciplinar y transdisciplinario, sobre las cuales se formarían los sustantivos de cualidad transdisciplinariedad y transdisciplinariedad, respectivamente. Ambas formas se justifican morfológicamente, si bien la última se documenta con algo más de frecuencia”²³

Heinz Heckhausen (1972, 1) emitió una definición muy clara sobre disciplinariedad:

"Exploración científica especializada de un dominio determinado y homólogo de estudio, la cual consiste en hacer aflorar nuevos conocimientos que sustituyen a los más antiguos. El ejercicio de una disciplina conduce a formular y reformular constantemente la suma actual de conocimientos adquiridos en el dominio en cuestión"

Aceptando estas proposiciones, entonces estamos hablando de transdisciplinariedad, por cuanto el tema planteado es como evitar el reduccionismo que, un exagerado trabajo disciplinar, puede traer consigo en el tratamiento de problemas complejos.

La disciplina, entonces, muchas veces está centrada en ciertos dominios sobre los cuales estamos desarrollando, permanentemente conocimientos nuevos que se establecen, se cambian y se vuelven a establecer, en función de la profundidad del conocimiento que se llega a tener en un determinado campo de estudio. De su lado, la noción de problemas complejos viene asociada con aquellas cosas que desbordan una determinada disciplina y que, seguramente requieren recurrir a otras. No se trata de evitar el trabajo disciplinar especializado, se trata de ir en el sentido que Morin (1977) plantea, de evitar que los conceptos que usamos para entender, explicar o concebir las cosas que nos rodean, sean mutilados y, lo que es más grave, puedan producir mutilaciones.

²³ La respuesta se recibió por correo electrónico desde la dirección consulta@rae.es y es suscrita por el «Departamento de «Español al día» Real Academia Española».

Esto conlleva añadir al concepto de organización que está implícito en las disciplinas, los de concurrencia, coordinación cooperación que son necesarios al momento de transgredir las fronteras disciplinares, ponerlas a trabajar juntas o, simplemente, hacerlas que interactúen sea para la resolución de un problema o para incitarnos a la creación de nuevos retos o campos del conocimiento completamente diferentes.

Por otra parte, la disciplina necesita de un dominio material, sobre los objetos a los que va a dedicar sus esfuerzos. Debe, además, entender las diferentes características y subcampos que puede tener. Son conjuntos y subconjuntos claramente relacionados y circunscritos a su trabajo. No puede dejar de lado los conocimientos teóricos de otras disciplinas que puedan resultarle útiles para la resolución de sus propios problemas y, por supuesto, debe poseer un método con el cual acercarse, de la mejor manera posible, al conocimiento de la realidad.

Los métodos deben adaptarse al campo de estudio, pero deben estar muy relacionados con las denominadas “*leyes generales*” o “*enunciados universales*” (Cf. Chalmers, 1987, 8) que rigen un determinado campo del conocimiento; y, estas leyes, deben ser entendidas, como aquellos postulados científicos que tienen un orden de prelación mayor del cual se pueden deducir una serie de conocimientos o permiten predecir ciertas cosas.

Esquemáticamente, podemos representarlo de la siguiente manera (Figura 4):

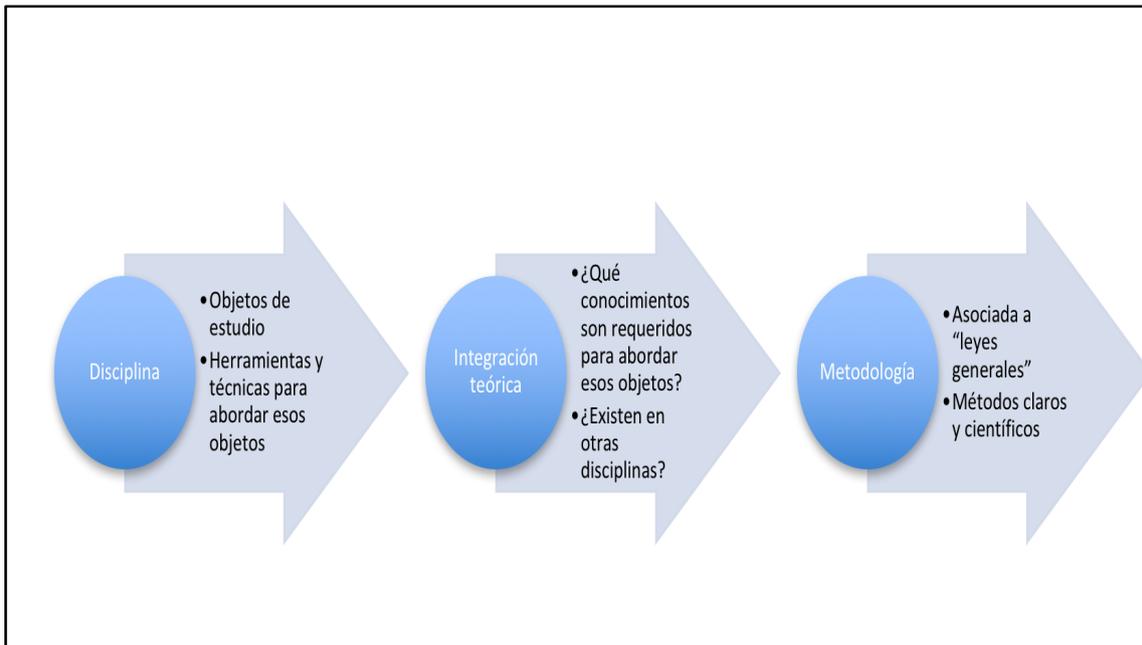


Figura 4

Elaboración: El Autor

La disciplina científica es, por lo tanto, la rama de la ciencia que se ocupa de un campo específico del conocimiento, para el que ha desarrollado una serie de leyes generales que vienen asociadas a sus propios métodos, técnicas y herramientas. Requiere, para su ejercicio, de especialistas con conocimiento en el campo y de interacción permanente, entre ellos, para formular nuevos descubrimientos y avances.

Las reglas científicas son, hasta cierto punto, inductivas por cuanto necesitan de la observación directa de los fenómenos de los cuales van a extraer unos en unas propuestas singulares que, conforme se vayan confirmando, les permitirán realizar enunciados universales. Desde ese momento son deductivas y permitirán la predicción de ciertos fenómenos. (Cf. Chalmers, 1987, 11).

Quizás, una de las más recientes definiciones proviene del mundo médico:

“«Discipline» is defined in hard-copy dictionaries as a branch of knowledge instruction, or learning. Examples are economics and history. «OneLook Dictionary Search» found 19 online dictionaries with English definitions that include the word "discipline". They define "discipline" as a branch of knowledge (10 dictionaries), instruction (5), learning (3), teaching (3) or education (2); or

a field of study (3) or activity (1). Examples of a discipline include anthropology, architecture, biology, economics, engineering, history, science, and theology”²⁴ (Choi, 2006, 352).

Por otra parte, ha existido una gran proliferación disciplinar lo que ha conllevado una fragmentación del conocimiento y la necesidad de volverlo a integrar de una manera sólida. Para 1950 “*ya se enumeraban 1,100 disciplinas, sin incluir las humanidades*”. (Max-Neef, M. 2004, 4).

Ahora bien, este capítulo se vuelve necesario porque debemos partir de definiciones claras sobre estos términos que, en los últimos años, se usan en diferentes campos de conocimiento y con una amplia diversidad de finalidades.

*“Teamwork involving multiple disciplines is increasingly emphasized in health research, services, education and policy. The terms multidisciplinary, interdisciplinary and transdisciplinary are increasingly used in the literature, but are ambiguously defined and interchangeably used”*²⁵ (Choi, B., Pak, A. 2006, 351).

De lo que estamos hablando, entonces, es de tres diferentes *formas en las que se pueden relacionar las disciplinas* para un trabajo conjunto: multi, inter y transdisciplinariedad.

Esto se ha discutido ampliamente y se ha requerido siempre la necesidad de una clarificación en los términos. Uno de los campos que la reclama es la de la Economía Ecológica que es un aspecto complejo del conocimiento donde intervienen muchas disciplinas. “*To obtain a fruitful and operational basis for scientific work in EE, the*

²⁴ «Disciplina» se define en los diccionarios impresos como una rama de conocimiento, instrucción, o aprendizaje. Ejemplos son economía e historia. "OneLook Dictionary Search" encontró 19 diccionarios en línea con definiciones en inglés que incluir la palabra "disciplina". Definen "disciplina" como una rama del conocimiento (10 diccionarios), instrucción (5), aprendizaje (3), enseñanza (3) o educación (2); o un campo de estudio (3) o actividad (1). Los ejemplos de una disciplina incluyen antropología, arquitectura, biología, economía, ingeniería, historia, ciencia y teología. Traducción del Autor.

²⁵ El trabajo en equipo, que involucra múltiples disciplinas, se enfatiza cada vez más en investigación, servicios, educación y políticas de salud. Los términos multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad se usan cada vez más en la literatura, pero se definen de manera ambigua y se usan indistintamente. Traducción del Autor.

*general concepts of interdisciplinarity and of transdisciplinarity require further clarification and specification”*²⁶ (Baumgärtner, S., et.al., 2008, 386).

Por ello, trataremos de revisar diferentes puntos de vista para establecer definiciones que nos permitan llegar a un concepto aceptable de lo que es la transdisciplinariedad. Luego lo aplicaremos a la resolución de un problema particular: la minería en el sur del Ecuador.

²⁶ Para obtener una base fructífera y operativa para el trabajo científico en Economía Ecológica, los conceptos generales de interdisciplinariedad y de transdisciplinariedad requieren mayor aclaración y especificación. Traducción del Autor.

2.1. Multidisciplinariedad

Es necesaria “*la interacción de diferentes disciplinas científico – tecnológicas a la hora de abordar e intentar solucionar problemas comunes a todas ellas mediante la cooperación trans e interdisciplinar*” (Ursúa, 2010, manuscrito). Por lo tanto, al hablar de multi, inter o transdisciplinariedad, estamos hablando de cooperación entre diferentes disciplinas para la resolución de problemas.

Como dice Choi (2006, 355) “*The objectives of multiple disciplinary approaches are to resolve real world or complex problems, to provide different perspectives on problems*”²⁷.

Casanueva y Méndez (2010, 43) sostienen que “*Multidisciplina crea una combinación aditiva de conocimientos, pero no da lugar a una integración*”, es decir se enfocan más a la combinación de conocimiento que pueden generarse en dos disciplinas diferentes pero cuyas fronteras de conocimiento son cercanas.

El diccionario de Merriam-Webster²⁸ la define como: “*Combining or involving more than one discipline or field of study :interdisciplinary*”²⁹ Luego nos refiere al *Learners Dictionary* que plantea la siguiente definición: “*involving two or more subject areas*” y cita como ejemplo: “*a multidisciplinary class taught jointly by a history teacher and an English teacher*”³⁰

Julie Thompson Klein (1990) indica que la multidisciplinariedad o pluridisciplinariedad es una yuxtaposición de disciplinas, es un concepto fundamentalmente aditivo, no integrativo y, en esto, podría radicar la diferencia principal con la

²⁷ El objetivo de los enfoques disciplinarios múltiples es resolver problemas reales o complejos, proporcionar diferentes perspectivas sobre ellos. Traducción del Autor.

²⁸ Disponible en línea en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/multidisciplinary> El Autor la consultó el 27 de octubre de 2017

²⁹ “Combinando o involucrando más de una disciplina o campo de estudio: interdisciplinario” Traducción del Autor.

³⁰ “*Involucrando dos o más áreas temáticas: una clase multidisciplinaria impartida, conjuntamente, por un profesor de historia y un profesor de inglés*” Traducción del Autor. La cita está disponible en internet en: <http://www.learnersdictionary.com/definition/multidisciplinary> El autor la consultó el 30 de octubre de 2017

interdisciplinariedad³¹. Señala que la relación entre las disciplinas puede ser mutua y acumulativa, pero, en el largo plazo, no enriquece a los campos del conocimiento que intervienen.

No hay una transgresión de los campos disciplinares y la relación se reduce a un problema puntual y durante un tiempo determinado. La misma Klein (1990) asegura que sus características normalmente están asociadas con cursos de pregrado cuando se invita a especialistas en distintos campos de conocimiento para que concurren a dar conferencias en forma de seminario o en diferentes días la síntesis, si es que se produce, ocurre en la mente del estudiante.

Muchas disciplinas se piensan, generalmente, en una relación multidisciplinar con otras. Por ejemplo, la arqueología y la historia tienen puntos e intereses comunes. Por un lado, las dos trabajan en lo que podríamos denominar las huellas del tiempo o diacronía y, por el otro, las dos quieren establecer verdades sobre hechos que ocurrieron en el pasado.

Entonces vemos que se puede trabajar de diferentes maneras entre disciplinas. Una de manera aditiva o colaborativa, otra de manera integrativa y una tercera que sería de manera transgresora de las fronteras disciplinares. En todas ellas deberíamos preocuparnos por la síntesis, tanto para los aprendizajes como para las propuestas encaminadas a la resolución de problemas.

Por otra parte, es indudable que una acción multidisciplinar favorece la creación de conocimiento nuevo, genera ambientes propicios para actividades de inter o transdisciplinariedad, facilita el intercambio de información entre los diferentes campos del conocimiento y estimula las relaciones entre equipos de trabajo.

³¹ La cita textual es la siguiente: *“Most purportedly «interdisciplinary» activities are not «interdisciplinary» but «multidisciplinary» or «pluridisciplinary.» «Multidisciplinarity» signifies the juxtaposition of disciplines. It is essentially additive, not integrative. Even in a common environment, educators, researchers, and practitioners still behave as disciplinary with different perspectives. Their relationship may be mutual and cumulative but not interactive, for there is «no apparent connection», no real cooperation or «explicit» relationships, and even, perhaps, a «questionable eclecticism.» The participating disciplines are neither changed nor enriched, and the lack of «a well defined matrix» of interactions means disciplinary relationships are likely to be limited and «transitory.»* “La mayoría de las actividades «interdisciplinarias» por excelencia no son «disciplinas interdisciplinarias», sino «identidad idiopática» o «pluridisciplinaria». “Multidisciplinariedad” significa la yuxtaposición de disciplinas. Es esencialmente aditiva, no integrativa. Incluso en un ambiente común, los educadores, investigadores y practicantes aún se comportan como especialistas con diferentes perspectivas. Su relación puede ser mutua y acumulativa, pero no interactiva, ya que «no hay conexión aparente», no hay cooperación real o relaciones «explicitas», e incluso, tal vez, un «eclecticismo cuestionable». Las disciplinas participantes no se modifican ni se enriquecen, y la falta de «una matriz bien definida» de interacciones significa que las relaciones disciplinarias probablemente sean imitadas y «transitorias»”. Traducción del Autor.

Tiene una dimensión necesaria, pues existirán problemas en los que no interese un trabajo inter o transdisciplinario, sino una colaboración conjunta específica entre dos campos de conocimiento. Por ejemplo, en el tema médico, cuando un determinado especialista, supongamos un cardiólogo, durante una revisión encuentra un malfuncionamiento en otra parte del cuerpo, supongamos el hígado, y pide entonces la concurrencia de un endocrinólogo para que ayude al diagnóstico de esta nueva enfermedad que, relacionada o no con la primera, necesita de otro campo de especialidad.

Sobre esto la propia Klein (1990) afirma que, a principios de la década de los sesenta, del siglo pasado, un espíritu de colaboración y de investigación, que apareció en torno a problemas del maíz, hizo que se consiguieran fondos para proyectos federales que terminaron con un mayor conocimiento sobre los virus que afectan a esa planta. Es decir que, también para el trabajo multidisciplinar, existe una dimensión actitudinal que facilita su ejercicio. En el fondo, esta actitud, es necesaria en las tres formas de relacionar el trabajo disciplinar que hemos venido citando.

Sin embargo, el hecho del trabajo aditivo de los diferentes campos del conocimiento, no puede representar ninguna garantía de que los resultados sean convergentes o las respuestas a un problema sean consensuadas. De hecho, este puede ser un problema muy relevante en campos de conocimiento como el médico. En un estudio publicado en la Revista Española de Cardiología (González- Juanatey, et. al. 2008, 611) concluye que

*“Las diferencias entre los diversos profesionales, el menor esfuerzo diagnóstico y terapéutico en las mujeres y el escaso porcentaje de pacientes tratados según las guías obligan a un planteamiento educativo y **multidisciplinario** en la atención ambulatoria de la insuficiencia cardiaca”.*

Los mismos autores, luego abogan, no solo por una formación sino, por un trabajo multidisciplinar: *“La insuficiencia cardiaca debe tratarse de forma conjunta en diferentes ámbitos, en los que, además de los médicos, debería participar el personal de enfermería, tanto hospitalaria como comunitaria”* (González- Juanatey, et. al. 2008, 612) y el alegato es que como, este tipo de enfermedades, afectan a un diez por ciento de las personas mayores a setenta años, normalmente sufren de otro tipo de dolencias

que deben ser consideradas el momento del diagnóstico y la prescripción. A partir de ello, incluso, se puede pensar en la aplicación de un protocolo para personas con este tipo de problemas.

La multidisciplinariedad según Grossman y citado por Choi (2006) son grupos de investigación donde individuos, especialistas en diferentes disciplinas, trabajan juntos en un problema común, pero, con interacción limitada. Esta relación o involucramiento de diferentes disciplinas se produce en diferentes estratos sociales y no únicamente en el campo de la ciencia. Es frecuente ver grupos impulsados por la industria o el gobierno para abordar un problema o enfrentar una determinada situación.

Otra manera de generar trabajo, entre diferentes disciplinas, no es abordando problemas sino enfocándose en logros o metas. Se utiliza en el ámbito empresarial, especialmente en el desarrollo de nuevos productos. Un ejemplo, citado por Klein (1990), cuando en la década de los cuarenta del siglo pasado y durante un proceso de reorganización de la empresa *Bellsouth*, la conformación de un equipo multidisciplinar consiguió la invención del transistor de contacto polar que permitió un gran desarrollo de los circuitos integrados.

Hay demostraciones de uso de la multidisciplinariedad en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, el niño de una familia, para favorecer un crecimiento sano y sin complicaciones, es atendido por diferentes especialistas que, probablemente, tengan una relación muy limitada entre ellos. El niño requerirá, para temas de su salud, la atención regular de un pediatra. Paralelamente deberá ser atendido por un odontólogo y, en otros casos, por un psicólogo. El tema en común (sujeto sobre el que se trabaja) es el niño. La acción es de varias (*multus* en latín tiene la acepción de varias) disciplinas que no rompen sus fronteras y la interacción entre ellas es limitada, sin embargo, necesaria para la salud del niño. Esta sería una forma de trabajo multidisciplinar en paralelo. (Cf. Choi, 2006, 355)

También se puede dar en secuencia. Sigamos con el ejemplo del niño. Hasta ahora ha crecido de una manera sana. Empieza el momento del cambio de dientes. En primera

instancia requerirá ir a un odonto-pediatra para que el proceso sea normal y lo menos traumático posible. Luego, pasado un tiempo y cuándo todos los dientes hayan salido, requerirá ir donde el ortodoncista para trabajar el tema de postura y corrección de la mordida. Los dos son especialistas en determinadas sub-disciplinas. Su actuación será en secuencia. No habrá demasiada interacción entre ambos. No se romperán las *fronteras* disciplinares y, a menos que el caso sea relevante y pueda producir algún tipo de trabajo científico conjunto, no producirá incremento de los niveles científicos en ninguna de los dos campos de conocimiento. Sin embargo, existe un trabajo multidisciplinar secuencial (Cf. Choi, 2006, 355). (Véase la Figura 5).

La diferencia en estas dos formas de multidisciplinariedad radica en que, en la primera, los resultados se producen de una manera integrativa. Para conocer una posible solución a los problemas habrá que integrar los criterios y propuestas que, sobre el tema, ofrecen cada una de las disciplinas que participan.

De su lado, en la forma multidisciplinaria que hemos denominado secuencial, los resultados serán producto de una relación causa-efecto entre los diferentes campos del conocimiento que participan en la resolución de un problema.

La primera puede tener un carácter síncrono y la segunda será más bien asíncrona. Ahora bien, todo esto no impide que, en algún tipo de problema, se usen las dos. Sobre ello se podría abundar en temas médicos donde, en ocasiones, se requiere primero de un proceso en paralelo (una junta de médicos que realiza un diagnóstico en equipo) y luego de un proceso secuencial en el que se van tratando de solucionar los problemas de acuerdo a criterios como urgencia, riesgo de vida, etc.

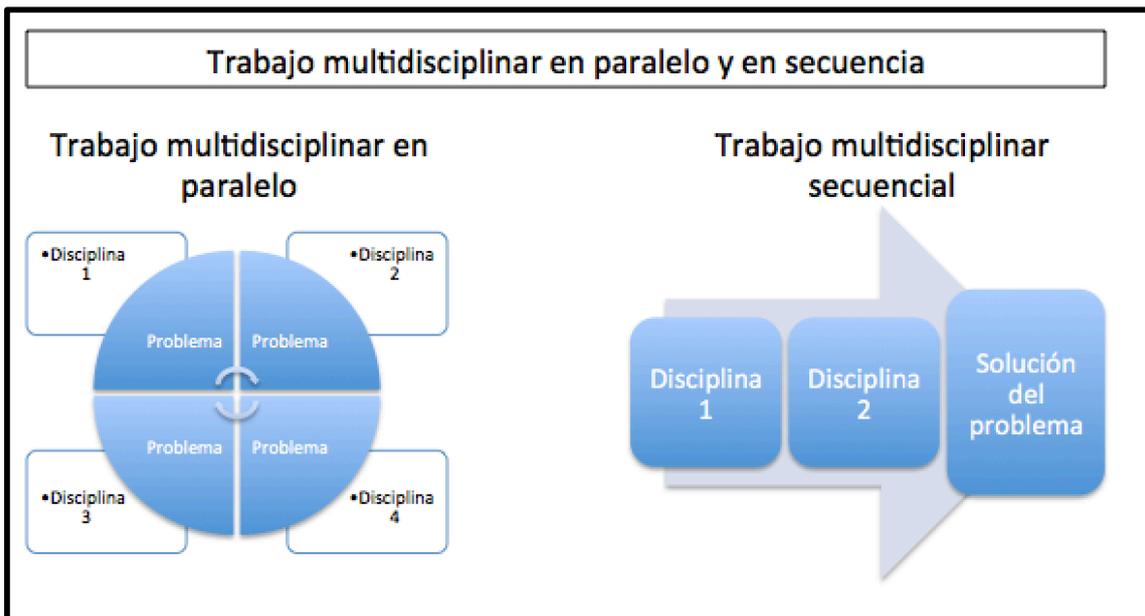


Figura 5

Elaboración: El Autor

La gráfica también expresa la posibilidad de que un problema esté compuesto en varios problemas menores. Es decir, el trabajo multidisciplinario puede conjugarse, perfectamente, con el pensamiento cartesiano.

“El segundo, dividir cada una de las dificultades, que examinare, en cuantas partes fuere posible y en cuantas requiriese su mejor solución. El tercero, conducir ordenadamente mis pensamientos, empezando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para ir ascendiendo poco a poco, gradualmente, hasta el conocimiento de los más compuestos, e incluso suponiendo un orden entre los que no se preceden naturalmente” (Descartes, R. 2010, 11).

Entonces el trabajo multidisciplinario, sea secuencial o en paralelo se caracteriza por (Cf. Choi 2016, 356):

- Abordar un problema, en sus diferentes aspectos, por distintas disciplinas.

- Tener una relación disciplinar de carácter aditivo, no integrativo.
- Existir una limitada interacción entre disciplinas.
- Mantener las fronteras disciplinares.
- Generalmente, no producir conocimiento nuevo.
- Mantener los roles disciplinares de los participantes
- Existir metodologías diferentes.
- Producir un uso complementario del conocimiento.
- Sumar preguntas (Desde la perspectiva de diferentes disciplinas las preguntas sobre un problema pueden cambiar).
- En el caso de la multidisciplinariedad en paralelo, el resultado es la suma de las partes individuales.
- En el caso de la multidisciplinariedad secuencial, el resultado es una relación de causa-efecto entre las disciplinas participantes.
- Poder producir, en la resolución de un problema, un uso de estas dos formas de multidisciplinariedad

2.2. Interdisciplinariedad

Hay algunas consideraciones, para diferenciar la multi y la interdisciplinariedad, como, por ejemplo, dimensiones numéricas, territoriales y epistemológicas (Cf. Choi 2016, 357).

En cuanto a la numérica la interdisciplina involucra solamente a dos disciplinas, mientras la multidisciplinariedad no tiene un número límite de campos de conocimiento que puedan estar inmersos en la resolución de un problema.

Lo territorial se refiere a las fronteras que existen entre disciplinas. La multidisciplinariedad no implica que los actores transgredan las fronteras de sus campos de conocimiento, mientras que la interdisciplina los participantes van allende sus disciplinas.

En la dimensión epistemológica, la interdisciplina comprende la creación de una forma diferente de trabajo, donde no solo se busca la resolución de un problema, sino aprendizajes colaborativos.

La interdisciplina se entiende como la combinación de dos o más campos de conocimiento tanto para el ámbito de la ciencia, como para el de las profesiones, las tecnologías, los departamentos de trabajo, los negocios o la industria. (Cf. Choi, 2016, 353).

En general ha sido un término sumamente utilizado para explicar el trabajo entre diferentes disciplinas. Como hemos visto, se lo suele usar de manera indiscriminada conjuntamente con el de multidisciplinariedad cuando se trata de un trabajo, sea de investigación sea aplicado, en el que se necesita la concurrencia de varios especialistas o expertos en diferentes tópicos.

Una definición podría ser la siguiente: “*Un trasvase de fronteras disciplinares sin que las ramas actuales pierdan su identidad*” mientras que la transdisciplina “*disuelve las*

barreras disciplinares o, como su nombre lo indica, las trasciende” (Casanueva, M., Méndez, D., 2010, 44).

Otra posibilidad es que hay campos que no son absolutamente claros, lo que implica una especie de traslape entre disciplinas y esto, en algunas ocasiones, ha producido la creación de nuevos campos de estudio.

“La especialización no ha impedido la formación de campos interdisciplinarios tales como la biofísica, la bioquímica, la psicofisiología, la psicología social, la teoría de la información, la cibernética, o la investigación operacional. Con todo, la investigación tiende a estrechar la visión del científico individual; un único remedio ha resultado eficaz contra la unilateralidad profesional, y es una dosis de filosofía” (Bunge, 1997, 68).

El término inter (entre) puede tener una acepción de perteneciente o que nace desde una o varias disciplinas. La Real Academia de la Lengua propone la palabra interdisciplinario como un estudio u otra actividad que se realiza con la cooperación de otras disciplinas. Pero se han realizado varios trabajos tratando de explicar mejor esta actividad.

*“Interdisciplinary is defined as «involving», «drawing from», «combining», «of», «relating to» or «characterized by» two or more disciplines. The dictionaries, Webster and Merriam - Webster, that defined transdisciplinary, both defined it as interdisciplinary... Thus the 3 terms are rather poorly differentiated in the dictionaries”*³² (Choi, 2016, 354).

Esta definición tiene algunas implicaciones. Primero, habla de una relación más profunda entre las disciplinas conexas. Los términos involucrar, combinar, extraer o caracterizar, nos señalan que no es una relación casual. El hecho de caracterizar una disciplina, implica una relación más profunda que podría, incluso, preparar una integración de los campos de conocimiento que se relacionan de esta forma.

³² Interdisciplinario se define como «implicar», «extraer de», «combinar», «de», «relacionado con» o «caracterizado por» dos o más disciplinas. Los diccionarios Webster y Merriam Webster, que definieron la palabra transdisciplinariedad, la definieron como interdisciplinariedad ... Por lo tanto, los tres términos están bastante poco diferenciados en los diccionarios. Traducción del Autor.

Con este término se han iniciado una serie de esfuerzos académicos en los que se pretende una formación que no contemple la visión de una sola disciplina, sino que abarque algunas más. Esa tendencia ha sido fuerte y ha tenido importantes impulsos, especialmente, después de la segunda mitad del siglo pasado.

“The chronological trends are particularly revealing. Over 80 percent of the interdisciplinary general education programs included in the directory were started after 1971, and the pace is accelerating. In this disciplinary programs in the humanities and fine arts tend to spread out more evenly across the decades, reaching back to the 1950 and even earlier. Interdisciplinary honor, have survived in comparable numbers from the 1960s and 1970s, though the pace has tripled in the 1980s. In all three areas - general education, humanities, and honors-the program are spread across all levels of institutions, though church-related schools are more likely to tart humanities programs than other types of interdisciplinary programs. In general, interdisciplinary undergraduate programs started before the 1960 have survived to the late 1980 primarily in larger institution, particularly this with national draw and many graduate students. Programs started in the 1960 and early 1970 have been most likely to survive in this institution. Program started in the 1980s tend to come disproportionately from small, private institutions though not as, a general rule, from the most prestigious school. Based on his findings, Newell concluded that IDS today tends to be more "renovated rather than radical," fostering not only coherence but also excellence in the form of higher order intellectual skills of synthesis or integration. Newell's findings parallel the observed pattern of revision in interdisciplinary programs that are more than one decade old.”³³

(Klein 1990, 180).

³³ Las tendencias cronológicas son particularmente reveladoras. Más del ochenta por ciento de los programas interdisciplinarios de educación general incluidos en el directorio se iniciaron después de 1971, y el ritmo se acelera. Los programas interdisciplinarios en las humanidades y las bellas artes tienden a extenderse de manera más uniforme en las siguientes décadas, remontándose a 1950 e incluso antes. El honor interdisciplinario ha sobrevivido en números comparables de los años 1960 y 1970, aunque el ritmo se ha reducido en los años ochenta. En todas las áreas (educación general, humanidades), el programa se distribuye por todos los niveles de las instituciones, aunque es más probable que las escuelas relacionadas con la salud tengan más programas que otros tipos de programas interdisciplinarios. En general, desde los programas de pregrado universitario establecidos antes del 1960, se extendió a finales de 1980, principalmente a instituciones más grandes, particularmente en el plano nacional y a muchos estudiantes de posgrado. Los programas marcados en la década de 1960 y principios de 1970 han sido más susceptibles de sobrevivir en instituciones estatales. Los que empezaron en la década de 1980 tienden a trasladarse, tradicionalmente, desde instituciones pequeñas, privadas, aunque no como regla general, a escuelas más prestigiosas. A partir de los hallazgos, Newell concluyó que El (Estudios Interdisciplinarios) hoy en día tienden a ser más "renovadores que radicales", fomentando no solo la coherencia sino también la excelencia en la forma de una mayor habilidad intelectual de síntesis o integración. Los hallazgos de Newell son paralelos al patrón observado de revisión en programas interdisciplinarios que tienen más de una década de antigüedad. Traducción de Autor.

Para Grossman (1979) y recogido por Choi (2016), la interdisciplinariedad articula, coordina y, continuamente, integra investigación realizada por expertos, con diferentes bagajes de conocimiento, que, trabajando juntos, producen, de manera articulada, reportes, artículos científicos, recomendaciones o planes tan estrechamente entrelazados que las contribuciones individuales de cada investigador tienden a no notarse en el marco de los resultados integrales del trabajo.

Multi e interdisciplinariedad coinciden en la articulación y coordinación de trabajos. Sin embargo, la condición diferenciadora de la interdisciplina es la función integradora. La visión no solo es de complementariedad sino de ir un poco más allá y sumar.

La interdisciplinariedad involucra, más cercana y frecuentemente, los intercambios colaborativos entre investigadores que provienen de diferentes campos del conocimiento que trabajan juntos sobre un problema común.

Normalmente, un equipo interdisciplinar aspira a un nivel de colaboración más profundo que un equipo multidisciplinario. En estos grupos los participantes combinan sus conocimientos, en diferentes materias, hasta completar los diversos niveles de la investigación que ha sido planificada, normalmente, de una manera muy cuidadosa. (Cf. Bernad-Bonnin, et al., 1995).

También podemos entender la investigación interdisciplinaria como la colaboración de diferentes disciplinas pero, a diferencia de la multidisciplinariedad, los conceptos, metodología o epistemologías, son explícitamente intercambiadas e integradas, lo que supone un enriquecimiento mutuo. Cada campo de conocimiento que participa en el problema común que los convoca, adquiere algo nuevo. (Cf. Flinterman, J., et. al, 2001).

También, a la interdisciplina, se la suele considerar como la síntesis entre dos o más disciplinas, lo que permite establecer un nuevo nivel de discurso e integración de conocimientos.

“For example, when nuclear physics is combined with medicine it leads to new

treatments for cancer. When methods from mathematics were transferred to physics, mathematical physics was born, and when they were transferred to meteorological phenomena or stock market processes, they gave rise to chaos theory; transferring methods from particle physics to astrophysics produced quantum cosmology; and from the transfer of computer methods to art, computer art was generated” (Choi, 2016, 355)³⁴.

Esto, evidentemente, trae importantes consecuencias. Una de ellas es la creación de nuevas disciplinas a partir de la integración de dos campos de conocimiento (Cf. Choi, 2016, 355). Por ejemplo, la fisicoquímica. En muchas facultades de ingeniería, relacionadas con las ciencias químicas, suele enseñarse como una disciplina diferente a las dos que la constituyen. Ahora bien, en este caso en particular, se produjo cuando entendimos que las sustancias tienen *propiedades* tanto físicas como químicas. Esas propiedades actúan de manera integrada y no por separado, aunque, para poder llegar a descifrarlas en un determinado momento, fue necesario tratarlas por separado.

Si bien esto puede resultarnos indudable, en el campo científico toma su tiempo para cristalizarse, por el propio hecho de que la ciencia demanda de evidencia para aceptarlo como verdad temporal.

Podríamos también citar a la bioquímica como ciencia que vincula y estudia la estructura química y las funciones de los seres vivos. Naturalmente son dos aspectos importantes de la vida que, para que se pueda realizar de manera plena, actúan conjuntamente, aunque seguramente por razones prácticas, a lo largo de la historia de la vida, se fueron estudiando por separado. Otro ejemplo sería la biofísica

Por todo esto no podemos descartar que, en el futuro, aparezcan nuevas disciplinas en función de la integración disciplinar. Por ejemplo, si observamos que los seres vivos poseen una dimensión biológica, que depende de una serie de reacciones químicas y que, a su vez, puede producir actividades físicas, esto podría ser el germen integrador

³⁴ Por ejemplo, cuándo la física nuclear es combinada con la medicina, esto lidera nuevos tratamientos contra el cáncer. Cuándo los métodos matemáticos son transferidos a la física, ha nacido la fisicomatemática, y cuando estos son transferidos a los fenómenos meteorológicos o a los procesos de almacenamiento en los mercados, estamos viendo el nacimiento de la teoría del caos; la transferencia de métodos desde la física de las partículas a la astrofísica produjo la cosmología cuántica; y la transferencia de métodos de la informática al arte generó lo que podríamos llamar arte informático. Traducción del Autor.

para algo que podríamos denominar como la física de la bioquímica o la química de la biofísica.

La interdisciplina, de manera gráfica, se podría representar como dos círculos entre cruzados:

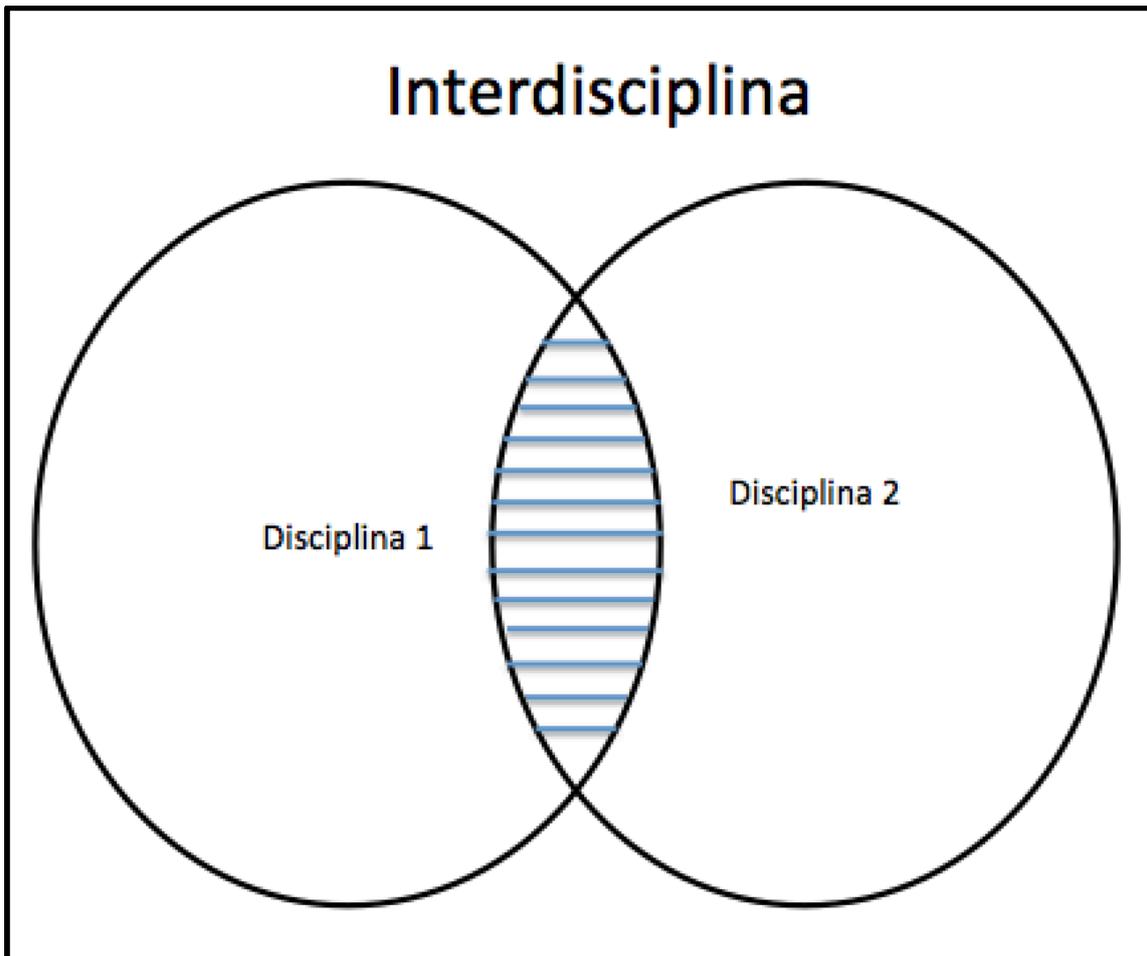


Figura 6

Elaboración: El Autor

Entonces, ese traslape entre las dos disciplinas puede representar una actividad interdisciplinaria con las siguientes características (Cf. Choi, 2016, 356):

- Requerir del trabajo entre diferentes disciplinas.
- Las disciplinas se involucran y se centran en una acción recíproca.
- Se conforman equipos con miembros provenientes de diferentes disciplinas que trabajan de manera articulada en un proyecto conjunto.

- Los miembros de los equipos tienen metas compartidas, muchas veces más allá de la resolución de un problema que los convoca de manera puntual.
- Los participantes, aunque provengan de diferentes campos de conocimiento, pueden tener roles comunes.
- Los miembros de los equipos mantienen su base disciplinar, pero pueden agregar conocimientos para lograr mejores desempeños profesionales.
- Puede producirse una integración y una síntesis entre dos disciplinas.
- La interdisciplinariedad es colaborativa, interactiva e integrativa.
- Tiene una coherencia interna y es motivada por un deseo que surge de las necesidades del equipo.
- Los participantes de un equipo interdisciplinario terminan aprendiendo unos de otros y teniendo conocimientos en nuevas disciplinas.
- Los resultados van a ser más que la suma de dos partes individuales.

2.3. Transdisciplinariedad

2.3.1. Fundamentos epistemológicos

La vida no es unidimensional. Al contrario, involucra, por lo menos, dos grandes dimensiones en las que se desenvuelve: el tiempo y el espacio.

De hecho, el mundo en el que vivimos y la vida misma son multidisciplinares. Las disciplinas son artificiales. Son el resultado de una fragmentación del conocimiento. (cf. Choi, 2016, 357).

Muy rara vez los problemas que enfrentamos, de manera cotidiana, están dentro de las fronteras de una disciplina. Al contrario, en casi todas las facetas de nuestra vida, como en el campo familiar, el laboral, la industria, el comercio, el medio ambiente, la medicina, la política, los problemas requieren de la intervención de varias disciplinas.

Los retos que presenta el futuro, incluso en el campo de la formación disciplinar, no están asociados solamente con un campo específico del conocimiento. Los espacios de formación lo han entendido y, cada vez más, aspiran a una educación que tenga capacidad de síntesis y, al mismo tiempo, una visión integral del mundo.

El fenómeno de la globalización, exige que veamos el planeta desde otra perspectiva.

“Para muchos, la ciencia o investigación básica es teórica, la tecnología es aplicación de los resultados de la ciencia, la sociedad es el conjunto de seres humanos donde tiene acogida tal aplicación y la naturaleza es ese trozo de playa o montaña que compartimos con insectos y demás animales cuando salimos los domingos de paseo en familia. Esto quiere decir que muchos contemplan a la “ciencia”, la “tecnología” y la “sociedad” como esferas autónomas con cometidos diferentes, a saber, demostrar, aplicar y acoger. Como tal, esto es una creación del analista y corresponde a la concepción estándar de la ciencia que sólo permite evaluaciones expertocráticas,

legitimadas por la racionalidad sobre la que se sustentan la propia ciencia y sus aplicaciones” (Ursúa, N., 2011, 7)

Pero, de hecho, la ciencia trata de explicar el mundo en que vivimos de una manera integral. Los propios inicios de la filosofía, con el rompimiento de la visión mítica del mundo, empezaron un largo camino para tratar de entender el universo hasta llegar al mundo contemporáneo, globalizado, interrelacionado, con posibilidad de acceso a información inmediata.

De hecho, un adolescente del siglo XXI tiene muchas más posibilidades de acceder a información que todos los sabios del Renacimiento. Pero debe saber transformar esa información en conocimiento. Para ello requiere de una visión que vaya más allá de la formación disciplinar, que sea integradora y, también, transgresora.

Sobre este tema se han producido algunos artículos que abogan por la formación, especialmente de investigadores y educadores, con una visión cada vez más profunda en transdisciplinariedad (cf. Arpajon, Y., et. al, 2013; Ferreira, M., 2010).

Mucha información está disponible en la internet de manera gratuita y es asequible para todos, sin embargo, es como un rompecabezas que debemos armar y hacer que las piezas encajen, para que se pueda traducir en conocimiento. Esa es, quizás, una de las necesidades más importantes y uno de los retos que tiene la educación de esta centuria.

La transformación de la información en conocimiento, implica un sentido de organización. *“Con un análisis transdisciplinar de la organización del conocimiento, la red digital puede abrir vías para multiplicar las identificaciones que no excluyan, además de devolver ámbitos que ha usurpado la razón instrumental”* (San Segundo, R., 2002, 241). También requiere de claridad en los objetos de conocimiento sobre los que se busca tener un conocimiento cabal.

De hecho, se afirma que se debe *“formar alumnos polivalentes, con conocimientos en ciencias básicas y habilidades y competencias que permitan hacer diagnóstico de necesidades y tener herramientas para hallar la solución; a la vez, apoyar el tránsito del trabajo unidisciplinar al transdisciplinar a través de la construcción de tecnologías*

y conceptos para los nuevos escenarios” (Flores, A., et. al., 2007, 27). Como vemos ya se habla de un tránsito desde un trabajo esencialmente desempeñado en un solo campo del conocimiento a uno en el que estos campos son trascendidos.

A la transdisciplina se le empieza a entregar el papel de ser el intermediario entre ciencia y sociedad. De alguna manera la sociedad reclama, al mundo científico, un mayor trabajo con sus problemas reales. *“Transdisciplinarity as some kind of interrelationship between science and society”*³⁵ (Baumgärtner, S., et.al., 2008). En algunos casos esto se empieza cumplir y, epistemológicamente, son cada vez más frecuentes los llamados a considerarla como un elemento importante para la resolución de problemas complejos.

Hay una marcada corriente para que la transdisciplina se considere en la generación de conocimiento nuevo. *“Transdisciplinarity is currently perceived as an extended knowledge production including a variety of actors and with an open perception of the relevance of different forms of scientific and lay knowledge”*³⁶ (Mobjörk, M., 2010, 866). Por ello es importante ir configurando su sentido en lo que podríamos denominar un principio científico, o una forma determinada de hacer ciencia desde una visión integradora, holística.

En un equipo, los roles que las personas participantes pueden desempeñar, son cruciales para los desafíos de la investigación transdisciplinaria. Estos papeles, tanto metodológica como epistemológicamente, son críticos para el enfoque adoptado dentro de un programa de investigación, pero también cuando hay que comunicar este enfoque a los actores políticos y agencias de financiamiento (cf. Mobjörk, M., 2010).

Es decir, este es un concepto que puede ser útil para generar políticas públicas y ayudar a los gobernantes a entender que, los problemas de la gente, son complejos y, por lo tanto, ameritan respuestas complejas desde quienes administran el patrimonio común de la sociedad.

³⁵ La transdisciplinaria como un tipo de interrelación entre ciencia y sociedad. Traducción del Autor.

³⁶ Actualmente, la transdisciplinaria se percibe como una producción de conocimiento extendida que incluye una variedad de actores y con una percepción abierta de la relevancia de las diferentes formas de conocimiento científico laico. Traducción del Autor.

Mobjörk (2010, 867) alega:

“As such a refined classification is vital for all future oriented research, which in general draws on a transdisciplinary approach to knowledge production. To achieve our overall objective of combining theoretical concerns with practical experiences, this study examined three research proposals when discussing the two kinds of transdisciplinarity. The call for research that prompted the proposals emphasised the need for interdisciplinary and transdisciplinary approaches and concerned the development of a long-term research centre on the theme «urban future»”³⁷

Es un claro alegato para integrar conceptos que vayan más allá de una disciplina, que transgredan sus fronteras, especialmente para combinar los conocimientos teóricos con las experiencias prácticas y, más aún, cuando se trata de entidades dedicadas al estudio de políticas que van a afectar a la población en su conjunto.

El Estado, entendido como la sociedad jurídicamente organizada, tienen una función transdisciplinar. Para su propio funcionamiento se organiza por sectores y, con frecuencia, especialmente en América Latina, este tipo de organización conlleva a que se dupliquen esfuerzos en determinados temas. La falta de una visión integradora y transgresora entre los diferentes campos de acción produce esto. Para ejemplificar lo dicho, expondremos, sucintamente, un caso ecuatoriano, donde, por ejemplo, el tema de la salud pública se atiende desde dos instituciones: el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y el Ministerio de Salud Pública (MSP). El primero, cuya función es previsional, por algún tipo de tradición, estableció su propia red de hospitales y centros de atención en temas de salud para sus afiliados, paralela a la del MSP, pero con la peculiaridad de que solo los ciudadanos *afiliados* a su sistema pueden usarla. Esto, en la práctica, genera dos tipos de ciudadanos: los que tienen la condición de afiliados (que también pueden usar la red del Ministerio) y los que solo pueden acudir a los servicios privados o a los del MSP y tienen vedado su ingreso a los servicios estatales de la Seguridad Social. Seguramente, son muchos factores los que influyen, pero una visión

³⁷ Como tal clasificación refinada es vital para toda investigación orientada al futuro, que en general se basa en un enfoque transdisciplinario para la producción de conocimiento. Para lograr nuestro objetivo general de combinar preocupaciones teóricas con experiencias prácticas, este estudio examinó tres propuestas de investigación al discutir los dos tipos de transdisciplinaria. El llamado a la investigación que impulsó las propuestas enfatizó la necesidad de enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios y se refirió al desarrollo de un centro de investigación a largo plazo sobre el tema «futuro urbano». Traducción del Autor.

integradora permitiría al Estado ahorrar recursos y brindar un servicio mejor para todos los ciudadanos y evitaría que exista una discriminación entre connacionales. El alegato es que, una visión transdisciplinar, puede constituirse en un principio necesario incluso para temas como el de la administración pública.

En el tema universitario pasa otro tanto. La llamada visión napoleónica de las instituciones de educación superior y su división en facultades que se encargan de trabajar sobre determinados aspectos del conocimiento ya, en muchas ocasiones, genera la duplicación de esfuerzos investigativos e, incluso, infraestructuras paralelas que atentan contra la propia vida de las instituciones. Es como si estuvieran conformadas por una serie de compartimientos tipo estanco en el cual cada uno vive su mundo. “*The “submarine” model to which we are accustomed, with numerous independent compartments that are hermetically sealed*³⁸” (Romero, L., 2008, 16).

El mismo Luis Miguel Romero alega por que se cambie este modelo «*tipo submarino*» de organización universitaria por uno donde los diferentes departamentos sean cooperativos y puedan llevar a cabo investigaciones de manera conjunta sobre problemas determinados. En el fondo aboga por una cooperación más desinteresada y profunda entre departamentos. Un modelo al que podríamos llamar «*trans-departmental*». Gráficamente, estas dos formas de organización universitaria, se podría expresar de la siguiente manera:

³⁸ El modelo "submarino" al que estamos acostumbrados, con numerosos compartimentos independientes herméticamente sellados. Traducción del Autor.

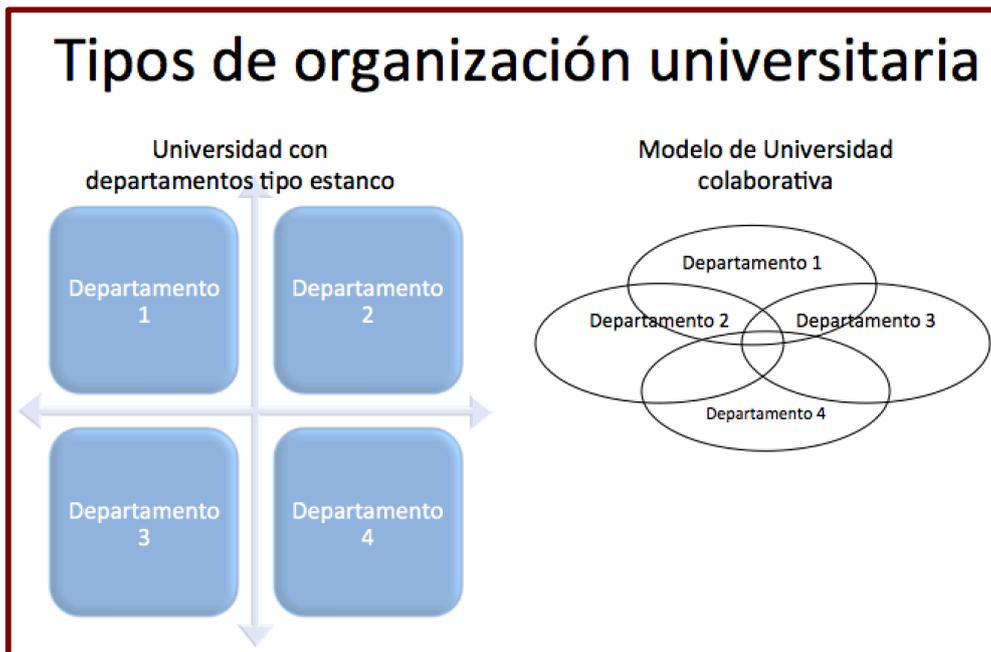


Figura 7

Elaboración: El Autor

La hipótesis de Romero es una visión que, respetando la formación disciplinar, transgrede las fronteras y promueva una mirada completa sobre un problema que debe ser abordado por varios departamentos. Es, en efecto, una visión transdisciplinar sobre el mundo universitario.

En el mismo sentido otros autores, como Manfred A. Max-Neef (2005, 5) argumentan a favor de una visión como la de Romero:

“If we go through a list of some of the main problematiques that are defining the new Century, such as water, forced migrations, poverty, environmental crises, violence, terrorism, neo-imperialism, destruction of social fabric, we must conclude that none of them can be adequately tackled from the sphere of specific individual disciplines. They clearly represent transdisciplinary challenges. This should not represent a problem as long as the formation received by those who go through institutions of higher education, were coherent with the challenge³⁹”.

³⁹ “Si hacemos una lista de algunas de las principales problemáticas que definen el nuevo siglo, como el agua, las migraciones forzadas, la pobreza, las crisis ambientales, la violencia, el terrorismo, el neo-imperialismo, la destrucción del tejido social, debemos concluir que ninguna de ellas puede abordarse adecuadamente desde la esfera de las disciplinas individuales específicas. Claramente representan desafíos transdisciplinarios. Esto no debería representar un problema, siempre y cuando la formación recibida por quienes pasan por instituciones de educación superior, sea coherente con el desafío” Traducción del Autor

Alega que una síntesis integradora no se logra mediante la acumulación de diferentes cerebros. Debe ocurrir dentro de cada uno de los cerebros y, por lo tanto, debemos orientar la educación superior de una manera que posibilite el logro de tal propósito. Es decir, al igual que Romero, pide un cambio de visión en la formación universitaria y, con ello, una forma nueva de abordar los problemas, especialmente los de carácter complejo.

Para este mismo autor, la transdisciplinariedad, representa un desafío epistemológico que introduce un tipo de lógica cuántica, como un sustituto de la lógica lineal, y rompe con la suposición de una realidad única. Su postulado se sustenta en tres pilares: niveles de realidad; lo que le denomina Axioma del Medio Incluido; y, la Complejidad. Estos tres principios ya fueron desarrollados por Nicolescu (1996) pero, al segundo, lo denomina como “*el principio del tercero incluido*”.

Asegura que una fuerte transdisciplinariedad es algo que todavía está en construcción y, por lo tanto, es un programa científico inacabado que ofrece fascinantes posibilidades para la reflexión avanzada y la investigación⁴⁰

“La estructura de la gran mayoría de las Universidades en términos de Facultades y Departamentos refuerzan la formación unidisciplinaria especialmente en el pregrado. De allí que un primer paso hacia la necesaria transformación debería ocurrir a nivel de postgrados orientados, toda vez que sea posible, hacia áreas temáticas más que a disciplinas específicas. A guisa de ejemplo, un postgrado en “Agua”, podría convocar a ingenieros, abogados, químicos, biólogos, agrónomos, logrando así la transdisciplina en cada uno de ellos, ya que no se trataría ya del estudio del agua desde el interés de la ingeniería, o de la agronomía o del derecho” (Max-Neef, M., 2004, 2)

Las ciencias sociales, por abordar problemas con altos niveles de complejidad, también están llamadas a una visión transdisciplinar, para abordarlos desde una perspectiva más

⁴⁰ La cita textual dice: “*Strong transdisciplinarity is still in the making, thus representing an unfinished scientific programme that offers fascinating possibilities for advanced reflection and research*”. (Max-Neef, M., 2005, 5)

amplia. Es evidente que los retos que la sociedad trae consigo implican que, una serie de campos del conocimiento, intervengan en su investigación y en la formulación de propuestas.

“Una nueva óptica en torno a la fundamentación de la ciencia, como una forma innovadora de producir conocimientos que seguramente le traerá beneficios, no solamente metodológicos sino también en los productos para la intervención social. Si consideramos que hoy la ciencia de la educación requiere de nuevos horizontes de comprensión” (Mendoza, V., 2013, 2).

El alegato de Mendoza (2013) es que la transdisciplina se convierte en un espacio de diálogo que procura poner los conocimientos al servicio de la gente, para conseguir una mejor forma de vida.

Para Max-Neef (2004) la transdisciplina nos permite transitar desde un nivel empírico hacia un nivel propositivo, para luego seguir hacia un nivel normativo y terminar en uno que llama «*valorativo*».

El primero se refiere a *las cosas que existen*, el segundo a lo que *podemos* hacer, el tercero a lo que *queremos* o *debemos* hacer y el último, y más alto, sería la reflexión de *cómo* hacer lo que queremos hacer.

Lo grafica de la siguiente manera (Figura 8):

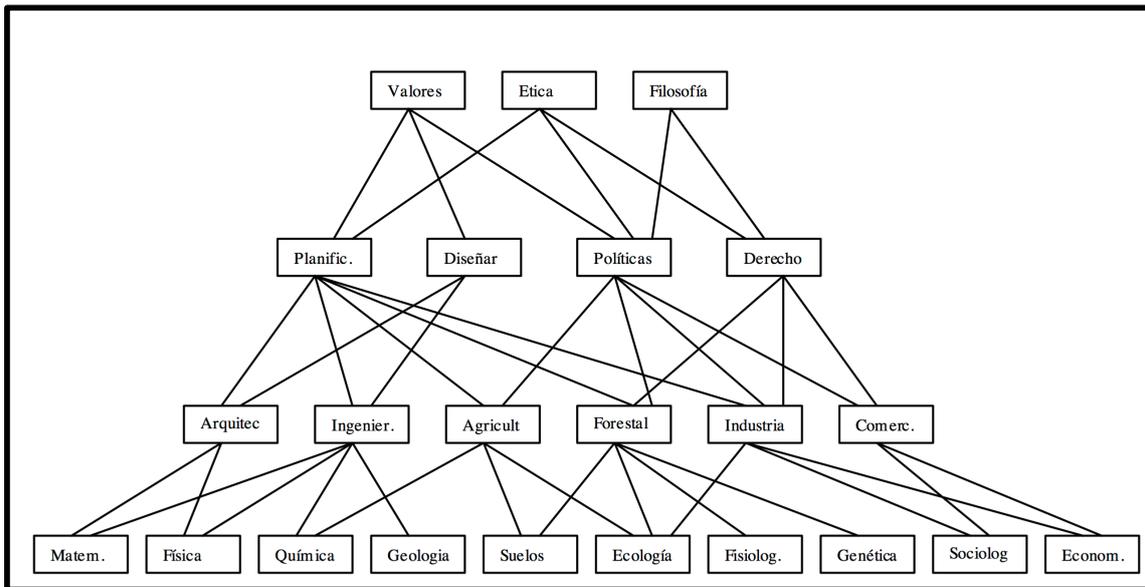


Figura 8
Elaboración: Max-Neef (2004).

En la figura, leída desde abajo hacia arriba, con mucha inteligencia, Max-Neef, sitúa en la parte más baja de la pirámide a las que podríamos llamar “ciencias básicas” sobre las que se asientan “disciplinas” más elaboradas, como la arquitectura o la ingeniería y que, a su vez, son regidas por espacios como el de la planificación, el diseño, las políticas o la legislación. Luego entra a temas un poco más complejos y que pueden resultar polémicos, como los valores, la ética y la filosofía que son los que regirían a los demás.

Más aun, cuando en el mundo existe una marcada tendencia para realizar la llamada “*value-free science*”:

“It has long been thought that science is our best hope for realizing objective knowledge but that, to deliver on this promise, it must be free of the influence of any values that are not purely epistemic⁴¹” (Kincaid, H. et.al., 2007, 10)

Desde esta perspectiva resulta compleja la idea de que, un nuevo principio, proponga al mundo científico una ética, unos valores y un modelo filosófico que rija el quehacer investigativo.

⁴¹ Durante mucho tiempo se ha pensado que la ciencia es nuestra mejor esperanza para realizar el conocimiento objetivo, pero que, para cumplir esta promesa, debe estar libre de la influencia de cualquier valor que no sea puramente epistémico. Traducción del Autor.

Por otra parte, es altamente importante el intento para recuperar la capacidad de reflexión sobre la ciencia, la tecnología y el quehacer universitario. Retomar, lo que Víctor Gómez Pin planteara (2013, artículo de prensa publicado en “El País”, el 24 de agosto de 2013):

“Confrontados, como lo estamos nosotros, a la brutal ruptura que supone sustituir el ideario de la paideia, la educación fertilizadora de las facultades que hacen la riqueza esencial de los humanos, por el imperativo de la instrucción, compendio de reglas y técnicas que faciliten la inserción en un mundo cuyos valores son asumidos sin previa sumisión a criterio”

Entonces enfrentamos una discusión que se irá aclarando conforme el devenir del tiempo. Lo más seguro que es que no se impondrán *valores* de tipo religioso ni éticas provenientes de ninguna vertiente. Lo que tendremos es la exigencia de una reflexión más profunda, en cuanto al ejercicio científico, que, ciertamente, pasará por el marco de la transdisciplinariedad, pero que no saldrá de las fronteras democráticas. Lo más probable es que los niveles superiores, en realidad, se conviertan en niveles de acompañamiento al tema de la planificación, el diseño, las políticas y la legislación.

Pero queda clara la necesidad de un marco más amplio de pensamiento sobre la ciencia, sus métodos y sus implicaciones, tecnológicas y humanas.

“Corolario inmediato es que un orden social que no posibilite el despliegue de nuestra potencia de intelección y simbolización nos está mutilando en lo esencial” (Gomez, V. 2013, Ibid).

2.3.2. Definición

Una definición que puede caer muy bien, para el caso que nos ocupa, es la que se señala en el artículo segundo la famosa «*Carta de la Transdisciplinariedad*» adoptada en 1994:

“El reconocimiento de la existencia de diferentes niveles de realidad, regidos por diferentes lógicas, es inherente a la actitud transdisciplinaria. Toda tentativa de reducir la realidad a un solo nivel, regido por una única lógica, no se sitúa en el campo de la transdisciplinarietà” (De Freitas, L. Morin, E. Nicolescu, B. et. al, 1994, 19).

Desde nuestra perspectiva, la formación disciplinaria y la especialidad siguen teniendo validez, pero el valor de la transdisciplina está en que, en conjunto y de manera colaborativa, se puedan trascender las barreras disciplinares buscando la solución de problemas complejos.

Entonces, entendemos a la transdisciplinarietà como la capacidad que tienen equipos humanos, donde trabajan expertos provenientes de diversas disciplinas, para trascender sus barreras formativas e integrarse en pos de un conocimiento colectivo capaz de resolver problemas con elevados grados de complejidad. No observa directamente los fenómenos y, por tanto, no induce enunciados singulares ni universales. Es deductiva porque tratará de derivar enunciados a partir de postulados que cada disciplina, de manera particular, ha formulado.

“Transdisciplinarietà, a common conception of core characteristics stressing problem focus, context-dependence and collaboration between academia and practitioners can be created. Transdisciplinarietà can be understood as an extended knowledge production process including a variety of actors and with an open perception of the relevance of different forms of information produced by the scientific and lay community. As such, transdisciplinary research is particularly required in relation to future orientated issues that include a notion of the common good, such as sustainable development⁴²” (Mobjörk, M., 2010, 866).

⁴² Se puede crear una transdisciplinarietà, una concepción común de las características principales que enfatizan el enfoque del problema, la dependencia del contexto y la colaboración entre el mundo académico y los profesionales. La transdisciplinarietà puede entenderse como un proceso de producción de conocimiento extendido que incluye una variedad de actores y con una percepción abierta de la relevancia de las diferentes formas de información producidas por la comunidad científica y laica. Como tal, la investigación transdisciplinarietà es particularmente necesaria en relación con cuestiones orientadas al futuro que incluyen una noción del bien común, como el desarrollo sostenible. Traducción del Autor.

Algunas características propias de la transdisciplina son su carácter integrador, pues asocia a diferentes ramas del saber para procurar la resolución de un problema; es plural pues, en su seno, pueden concurrir postulados que sean disímiles y, es voluntarista puesto que, para su ejercicio, requiere de un principio de colaboración primero disciplinar y luego personal. *“Reconoce, como modos de razonar simultáneos y complementarios, el racional y el relacional”* (Max-Neef, 2004, 10).

Efectivamente una de las cosas más importantes de la transdisciplinariedad, además de lo racional que está en todas las formas del quehacer científico, radica en su potencial relacional. La perspectiva *trans* implica, necesariamente, relación y, en este caso, entre diferentes ámbitos del conocimiento y del quehacer científico.

En el contexto contemporáneo se empieza a producir un problema muy serio por el tema de la comunicación científica:

“En tiempos de Darwin, era posible escribir un libro que fuera simultáneamente un informe científico y un best seller popular. Hoy en día, sin embargo, ello parece un ideal remoto. No sólo es difícil comunicar ideas científicas al público en general, sino que los científicos tienen crecientes dificultades de comunicarse entre sí. Incluso dentro de la biología, investigadores de distintas áreas de especialización, frecuentemente no son capaces de entender los papers de otros” (Nature Neuroscience, Editorial, febrero 2000, Vol.3 Nr.2, pg. 97.) Traducido y citado por Max-Neef (2014, 11).

Entonces la transdisciplina también tiene una dimensión semántica, pues su ejercicio, al planificarse un trabajo de manera coordinada y con la participación y aporte consciente de investigadores de distintos campos de conocimiento, facilitará la comprensión de los métodos, el lenguaje, los objetos de estudio, los resultados e informes provenientes de distintas especialidades.

Allí, en esa característica integradora, está una de sus grandes utilidades para el mundo de la ciencia y que luego, seguramente, repercutirá en el entorno social.

La palabra trans, según la acepción en idioma español, viene definida como «*al otro lado de*» o «*a través de*» es decir ver el otro lado de una perspectiva y transgredirla.

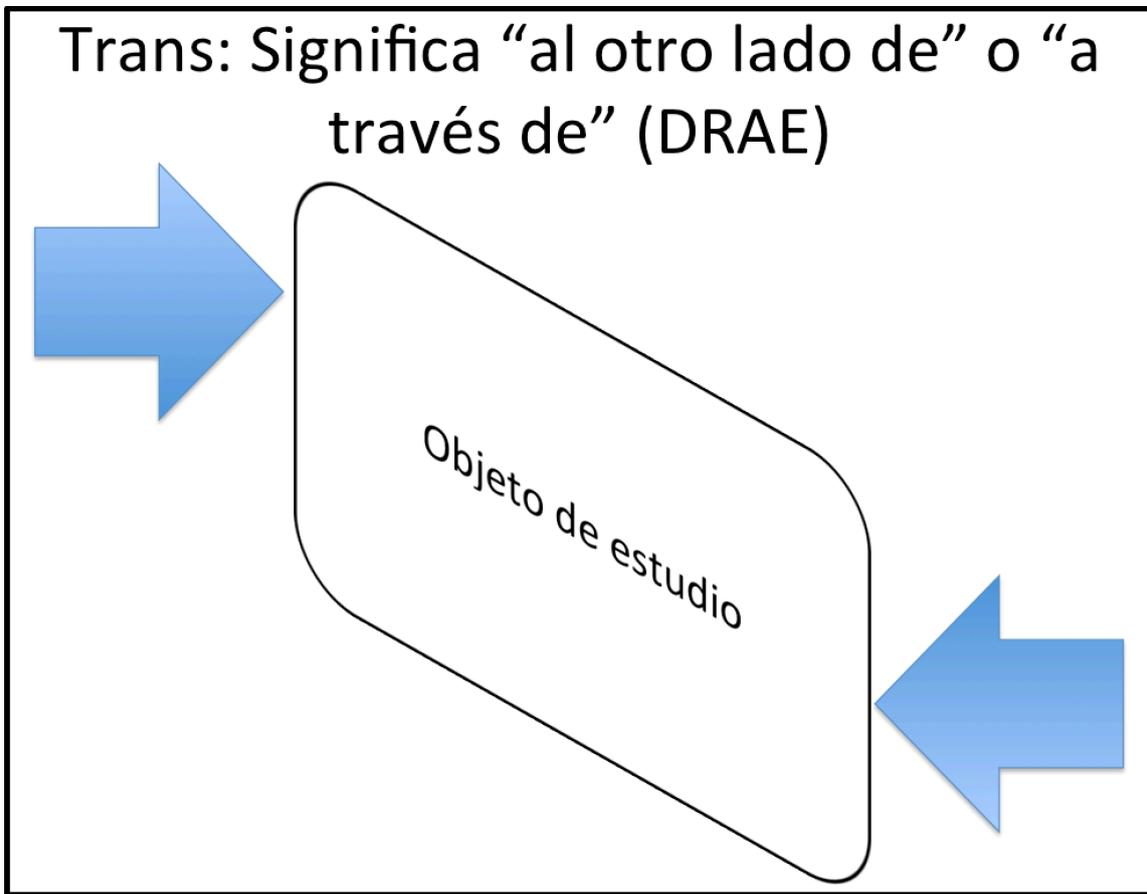


Figura 9

Elaboración: El Autor

Transitar, a través de un objeto de estudio, pero en compañía de otros campos del conocimiento de tal manera que las fronteras no sean un impedimento formal para la colaboración conjunta.

Sobre este tema, José Barbosa, Rector de la Universidad Técnica Particular de Loja, solía decir que, muchas veces, la sinergia de dos elementos produce algo mucho más importante que la simple suma. Ponía como ejemplo el agua que, desde una perspectiva química, es la conjunción de dos átomos de oxígeno y uno de uno hidrógeno: La sola definición disciplinar del agua, no permitiría entender su importancia capital para todo el desarrollo de la vida huma y, tampoco, nos ha permitido sintetizarla. A pesar de la

aparente *simplicidad* de su fórmula seguramente se requerirá de importantes grupos de estudios transdisciplinarios para lograr *producirla* se manera artificial.

Hablamos también de *esfuerzo* transdisciplinar, puesto que implica una apertura a conocer campos de conocimiento que no dominamos y a compartir conocimientos con personas que, muy probablemente, sean *profanos* en nuestra actividad profesional.

Pero es este esfuerzo el que nos permitirá construir cosas más grandes, quizás hasta ahora impensadas en nuestros propios campos del conocimiento. Comprender los diferentes “*niveles de realidad*” que rodean nuestras actividades, por muy cotidianas que sean.

Es una crítica a la creencia de que solo puede existir un nivel de realidad:

“En el fondo, más allá de la inmensa esperanza que ha despertado, el cientificismo nos ha legado una idea persistente y tenaz: la de la existencia de un solo nivel de Realidad, donde la sola verticalidad concebible es la de la posición vertical sobre una tierra regida por la ley de la gravitación universal.”
(Nicolescu, B., 1996, 8)

Frente a ello el propio Nicolescu (1996, 98) aboga por una forma diferente de ver las cosas:

“La teoría transdisciplinaria no opone holismo y reduccionismo, sino que los considera como dos aspectos de un solo y mismo conocimiento de la Realidad. Ella integra lo local en lo global y lo global en lo local. Actuando sobre lo local, se modifica lo global y actuando sobre lo global, se modifica lo local. Holismo y reduccionismo, global y local, son dos aspectos de un solo y mismo mundo multidimensional y multirreferencial, el mundo de la pluralidad compleja y de la unidad abierta”.

En este concepto aborda temas que son fundamentales para este trabajo. Primero, la transdisciplina no trata de eliminar la *disciplinarietà*, al contrario insiste en la

necesidad de tener especialistas. Los dos puntos de vista son necesarios en la resolución de problemas complejos.

Segundo, entender las diferentes dimensiones que un problema puede tener. En este trabajo, al hablar de la minería en el sur del Ecuador, por lo menos hemos de considerar tres, sin que esto implique que no haya más involucradas: la ambiental, la minera y la humana (donde, seguramente, tocaremos aspectos antropológicos, sociológicos, etc.).

Tercero, el tema de las referencias. Si un problema es complejo no se puede conformar con tener una sola referencia. Debe buscar varias aristas, de información. ¿Cómo se podría entender el problema de la explotación de minerales en una región como Zamora Chinchipe, sin tener en cuenta las enormes y variadas referencias ambientales que existen? ¿Podrían estos dos aspectos, dejar fuera de un entendimiento más o menos completo de este problema, a la gente que habita en el sector? Evidentemente, se necesitan de referencias puntuales sobre todos los aspectos, más aun si sabemos que están relacionados.

Cuarto el tema de la complejidad. Como venimos sosteniendo, los problemas que conllevan un alto grado de complejidad, seguramente no se resolverán de manera simple. Requerirán de respuestas complejas, provenientes desde diferentes perspectivas o campos del conocimiento.

Todo esto tiene que ver con elementos ontológicos profundos.

“Lo transcultural es la condición de ser de la cultura. Michel Cazenave lo concibe bajo el doble aspecto de la unidad diferenciada de las culturas que construyen lo Humano y la incesante circulación entre las culturas, que las preserva de su desintegración” (Nicolescu, B., 1996, 91).

Parece ser que una de las grandes *propiedades* de los seres humanos es su capacidad de *transitar*. La cultura es una muestra de ello, con sus distintos géneros. Pero también la ciencia. Nuestra propia inquietud nos impide que permanezcamos sin preguntarnos cosas que, aparentemente, no tienen relación con nuestra formación profesional pero que, sin embargo, están allí.

¿Cómo una actividad físico-química que se produce en un órgano biológico como el cerebro, es capaz de producir algo que, hasta ahora, consideramos inmaterial como el pensamiento? Y esta dimensión, cuya materia no somos capaces de afirmar, termina rigiendo todos los actos y momentos de nuestra vida. Una cuestión de esta complejidad, seguramente, solo puede tener una respuesta que provenga de diferentes disciplinas.

En el 2005, la Unión Europea emitió un reporte, construido por un grupo de *expertos* titulados *What it means to be human. Origins and Evolution of Human Higher Cognitive Faculties*⁴³. Producto del trabajo de un equipo de científicos tratando de dar respuesta a una pregunta altamente compleja ¿Qué significa ser humano? Solo en el verbo de esta pregunta están implicadas algunas variables por las diferentes connotaciones que tiene. Entonces, vemos como los Estados empiezan a dar tintes de investigación transdisciplinar cuando buscan respuestas a problemas cuyos grados de complejidad son desconocidos.

En la introducción del reporte se dice:

“It is a European initiative that aims to assess the potential for a concerted research program in this area and to suggest how this might be achieved through the development of cross-disciplinary and cross-national links”⁴⁴
(Stennig, K., et.al., 2005, 5)

Es decir, la transdisciplina también puede tener una implicación geográfica porque sus objetos de estudio, como en este caso, son superiores a una demarcación de carácter territorial. Notemos que la palabra inglesa que se usa en el reporte es «*cross*» no se utiliza el prefijo «*inter*». A la vez alega por un desarrollo de los vínculos transdisciplinares.

Choi, et. al., (2016), luego de una extensa revisión bibliográfica define a la transdisciplinariedad como un curso o programa de instrucción que involucre conceptos,

⁴³ Que significa ser humano. Orígenes y evolución de las facultades humanas cognitivas superiores. Traducción del Autor.

⁴⁴ Es una iniciativa europea que tiene como objetivo evaluar el potencial de un programa de investigación concertado en esta área y sugerir cómo se puede lograr mediante el desarrollo de vínculos transdisciplinarios y transnacionales. Traducción del Autor.

conocimiento o facultad de varias disciplinas. También puede ser investigación grupal donde individuos de diferentes disciplinas trabajan en equipo dentro de una organización de sistemas mutuamente aceptada con un conjunto general de objetivos de sistemas.

Otra acepción del mismo autor es la de ser un enfoque que ocasiona la emergencia de nuevos datos y nuevas interacciones desde fuera del encuentro entre disciplinas.

Para el propio Choi nos ofrece una nueva visión de la naturaleza y la realidad. La transdisciplinariedad no lucha por la primacía de varias disciplinas, sino que busca abrir todas las disciplinas en lo que comparten y en lo que está más allá de ellas (cf. Manifiesto de la Transdisciplinariedad, 4).

La podemos calificar como una forma específica de interdisciplinariedad, en la que se trascienden los límites entre disciplinas, el conocimiento y la perspectiva de los diferentes campos del conocimiento, así como de fuentes no científicas que se integran en el proceso. (cf. Choi, 2016).

La propia investigación bibliográfica de Choi dice que la transdisciplina es una actividad de relevancia para más de una disciplina; y que los investigadores con diferentes antecedentes disciplinarios saben lo suficiente sobre otras perspectivas (conceptualmente, metodológicamente, estadísticamente, sustantivamente) para poder trabajar en equipo para estudiar un problema utilizando perspectivas compartidas informadas por una variedad de disciplinas.

Es decir, al transitar por las barreras de diferentes disciplinas, los investigadores se enriquecen con los conocimientos y metodologías de los nuevos campos del conocimiento en los que se están involucrando.

El mismo Choi (2016) comenta que los proyectos transdisciplinarios son aquellos en los que los investigadores de diferentes campos no solo trabajan estrechamente juntos en un problema común durante un período prolongado, sino que también crean un modelo conceptual compartido del problema, que integra y trasciende cada una de sus perspectivas disciplinarias separadas. Los enfoques transdisciplinarios, para la salud

humana, se definen como enfoques que integran las ciencias naturales, sociales y de salud en un contexto de humanidades y, al hacerlo, trascienden cada uno de sus límites tradicionales.

La transdisciplina permite trabajar a través y más allá de los diferentes campos del conocimiento. Puede involucrar a científicos de disciplinas relevantes, así como a partes interesadas no científicas y también, porque no, a participantes no académicos, siempre y cuando haya un marco conceptual, objetivos y habilidades compartidas. (cf. Choi, 2016).

Por su parte, Pohl sostiene que:

“In Transdisciplinary Research (TR) issues are addressed from more than one viewpoint simultaneously. Two aims which motivate researchers to strive for transdisciplinarity can be distinguished: first, it is epistemologically challenging to search for a viewpoint that lies between, or beyond, disciplines, and, second, it is socially responsible, to take knowledge which is produced and organised in accordance with a particular discipline and rearrange it so as to make it useful and meaningful for socially relevant issues. Both of these aims can be found in Jantsch’s definition of transdisciplinarity, in what is often referred to as the seminal work in this field⁴⁵” (Pohl, C., 2005, 1159-1160)⁴⁶.

Evidentemente hay un reto epistemológico en el trabajo transdisciplinar, pero, sobre todo, una responsabilidad con la sociedad profunda para que el trabajo científico pueda responder, de manera organizada, a problemas urgentes que la gente tiene.

La colaboración podría conducir a nuevos conceptos híbridos y, si se mantiene entre las ciencias naturales y sociales como una condición previa esencial para la investigación

⁴⁵ En la investigación transdisciplinar, los problemas se abordan desde más de un punto de vista simultáneamente. Se pueden distinguir dos objetivos que motivan a los investigadores a luchar por la transdisciplinariedad: primero, es epistemológicamente desafiante buscar un punto de vista que se encuentre entre disciplinas o más allá de ellas y, en segundo lugar, es socialmente responsable tomar el conocimiento que se produce y organiza en de acuerdo con una disciplina particular y reorganizarla para hacerla útil y significativa para asuntos socialmente relevantes. Ambos objetivos se pueden encontrar en la definición de Jantsch de transdisciplinariedad, en lo que a menudo se conoce como el trabajo seminal en este campo. Traducción del Autor.

⁴⁶ El concepto de Jantsch, fue publicado en 1971 en la revista *Policy Sciences* (1, 1) en un artículo titulado “Inter- and Transdisciplinary University: A systems approach to education and innovation” (403-428). Nota del Autor.

creativa y efectiva impulsada por problemas, se puede concluir lo siguiente: la presión para producir resultados útiles debería ser reemplazada por la presión más general para reorganizar el conocimiento de una disciplina en particular, a fin de que sea útil y significativa para cuestiones socialmente relevantes. Y esta presión no debería ser leve al principio e intensa en el medio del programa, sino estar constantemente presente como una fuerza guía y como la razón para apuntar a la colaboración entre las ciencias naturales y sociales, durante toda la duración del programa. Pero el desafío es proporcionar los incentivos adecuados para atraer el interés de especialistas comprometidos con una institución y especialistas independientes y para que se unan para trabajar en una dirección. (cf. Pohl, C., 2005, 1175-1176).

Para Mobjörk (2010) la transdisciplinariedad es la cooperación entre investigadores y profesionales, tanto en cuestiones instrumentales como críticas y, en donde, la integración es fundamental, así como una definición compartida del problema.

“Transdisciplinarity’ has been described as a ‘practice that transgresses and transcends disciplinary boundaries’, and ‘transdisciplinarity extends beyond disciplinary thinking’. A crucial feature of transdisciplinary research has thus been the development of a common language and the novel or unique methodologies needed. Wickson et al. claim that a transdisciplinary approach requires a ‘development of methodology that involves an interpenetration or integration of different methodologies and, ideally, epistemologies’. The shortcomings of this have been well explored and include, e.g. the separateness of methodologies and epistemologies and the hierarchical approach valuing a higher degree of integration in itself, and not in relation to the goal established. Letting collaboration be the defining feature distinguishing transdisciplinarity from interdisciplinarity creates a distinction between the two approaches. Furthermore, it implies that the two approaches have many similarities concerning the motives behind the research as well as with respect to the challenges of integration, but they differ with regard to the collaborative scope. It is evident that collaboration as a distinguishing feature has received great acceptance in literature recent years and this feature lies as a foundation for

*viewing transdisciplinarity as an extended knowledge production*⁴⁷” (Mobjörk, M., 2010, 868).

Parece que estamos claros en que la transdisciplinariedad es una práctica que debe trascender y transgredir las fronteras disciplinares. En eso está su fuerza. Pero también está la idea de que debe extenderse más allá del pensamiento de un solo campo del conocimiento, cuando se trata de resolver problemas que revistan altos grados de complejidad.

La integración del lenguaje vemos que también se va configurando como una de sus características.

Por otra parte, también se empieza a hablar de una metodología única. Aunque las diferentes disciplinas, tienen campos de conocimiento diferentes, como métodos de investigación propios, es importante al hablar de transdisciplina acordar, de manera previa, una sola metodología que permita una resolución conjunta del problema que se está abordando.

Este enfoque puede captar la complejidad, tomar en cuenta la diversidad en el mundo, de la vida y la percepción científica de los problemas, especialmente los complejos; y, vincular el conocimiento abstracto y específico de cada caso. Por otra parte, puede desarrollar conocimientos y prácticas que promuevan lo que se percibe como *el bien común*. Esto se resume en tres características de la transdisciplinariedad: resolución de problemas complejos, metodología y colaboración permanente. (cf. Mobjörk, M., 2010, 869).

Centrarse en los problemas y su resolución son términos que usan de manera frecuente cuando se trata de definir lo que es la transdisciplinariedad, aunque también se suelen

⁴⁷ La transdisciplinariedad «ha sido descrita como una» práctica que transgrede y trasciende las fronteras disciplinares, y se extiende más allá del pensamiento disciplinario. Una característica crucial de la investigación transdisciplinaria ha sido, por lo tanto, el desarrollo de un lenguaje común y las metodologías nuevas o únicas necesarias. Wickson et al. afirman que un enfoque transdisciplinario requiere un «desarrollo de metodología que implique una interpenetración o integración de diferentes metodologías e, idealmente, epistemologías». Las deficiencias de esto han sido bien exploradas e incluyen, la separación de metodologías y epistemologías y el enfoque jerárquico que valora un mayor grado de integración en sí mismo, y no en relación con el objetivo establecido. Dejar que la colaboración sea la característica definitoria que distingue la transdisciplinariedad de la interdisciplinariedad crea una distinción entre los dos enfoques. Además, implica que los dos enfoques tienen muchas similitudes con respecto a los motivos detrás de la investigación, así como con respecto a los desafíos de la integración, pero difieren con respecto al alcance de la colaboración. Es evidente que la colaboración como una característica distintiva ha recibido una gran aceptación en la literatura de los últimos años y esta característica se basa en ver la transdisciplinariedad como una producción extendida de conocimiento. Traducción del Autor.

usar para las otras formas de trabajo entre disciplinas y, en general, en el trabajo científico. Pero, en nuestro caso, normalmente se asocia con problemas de mayor envergadura como los que afectan a un conglomerado social o a la vida en el mundo, en general.

“These descriptions of societal or life-world problems inherently reflect a notion of the existence of a ‘pure’ scientific problem. It can be more fruitful to view them as depicting a notion of open problems suitable for a transdisciplinary approach, i.e. problems that lack distinct system boundaries. However, this openness is not unique to transdisciplinarity and another feature needs to be included, namely openness towards those disciplines and actors considered relevant for participating in the knowledge production process. A third feature is openness to the (methodological) approaches adequate for the analysis⁴⁸”
(Mobjörk, M., 2010, 869).

Estos actores no necesariamente tienen que provenir del mundo de la ciencia. Pueden ser personas que estén involucradas en el problema, o que tengan la capacidad para adoptar decisiones que faciliten su resolución.

En nuestro caso, en un tema tan complejo como la explotación minera, algo tendrían que decir las personas que se van a ver afectadas y, por supuesto, los responsables de la política pública, incluso las propias empresas que han firmado los contratos de concesión de las minas.

Esto implica abandonar posiciones, personales o gremiales. Allí estamos frente a la necesidad de una postura actitudinal hacia la transdisciplina. Es decir, empieza con un compromiso personal para tratar de abordar el problema y sus posibles soluciones entendiendo posiciones que puedan ser contrarias a la nuestra. Exige, en cierta medida, un ejercicio de alteridad. La alteridad tiene que ver con cosas, quizás más subjetivas pero necesarias. Tiene que ver con la posición de la otra persona. Entender las razones

⁴⁸ Estas descripciones de los problemas sociales o del mundo de la vida reflejan, inherentemente, una noción de la existencia de un problema científico "puro". Puede ser más fructífero verlos como representando una noción de problemas abiertos adecuados para un enfoque transdisciplinario, es decir, problemas que carecen de límites de sistema, distintos. Sin embargo, esta apertura no es exclusiva de la transdisciplinaria y se debe incluir otra característica, a saber, la apertura hacia aquellas disciplinas y actores considerados relevantes para participar en el proceso de producción de conocimiento. Una tercera característica es la apertura a los enfoques (metodológicos) adecuados para el análisis. Traducción del Autor

que la llevan a tener una determinada postura. A lo mejor implica la necesaria construcción de una cultura de paz.

Pero ¿sería posible, en un ejercicio de transdisciplinariedad, vincular temas, como por ejemplo, el de la religión? Pensemos un poco en ello. Si bien es cierto es un campo completamente alejado del de la ciencia, es una realidad que impera en una gran parte de la sociedad y, por lo tanto, tampoco podría estar ausente de un ejercicio como este, por lo menos no con los actores que se encuentren involucrados en un problema de naturaleza compleja. Traigo este tema a colación puesto que, en la zona donde se produce la explotación minera al sur del Ecuador, el tema religioso es de capital importancia para las personas y, a lo mejor, será necesario incluirlo

Lo que hasta aquí hemos dicho, podría resumirse en el siguiente *mapa mental*:

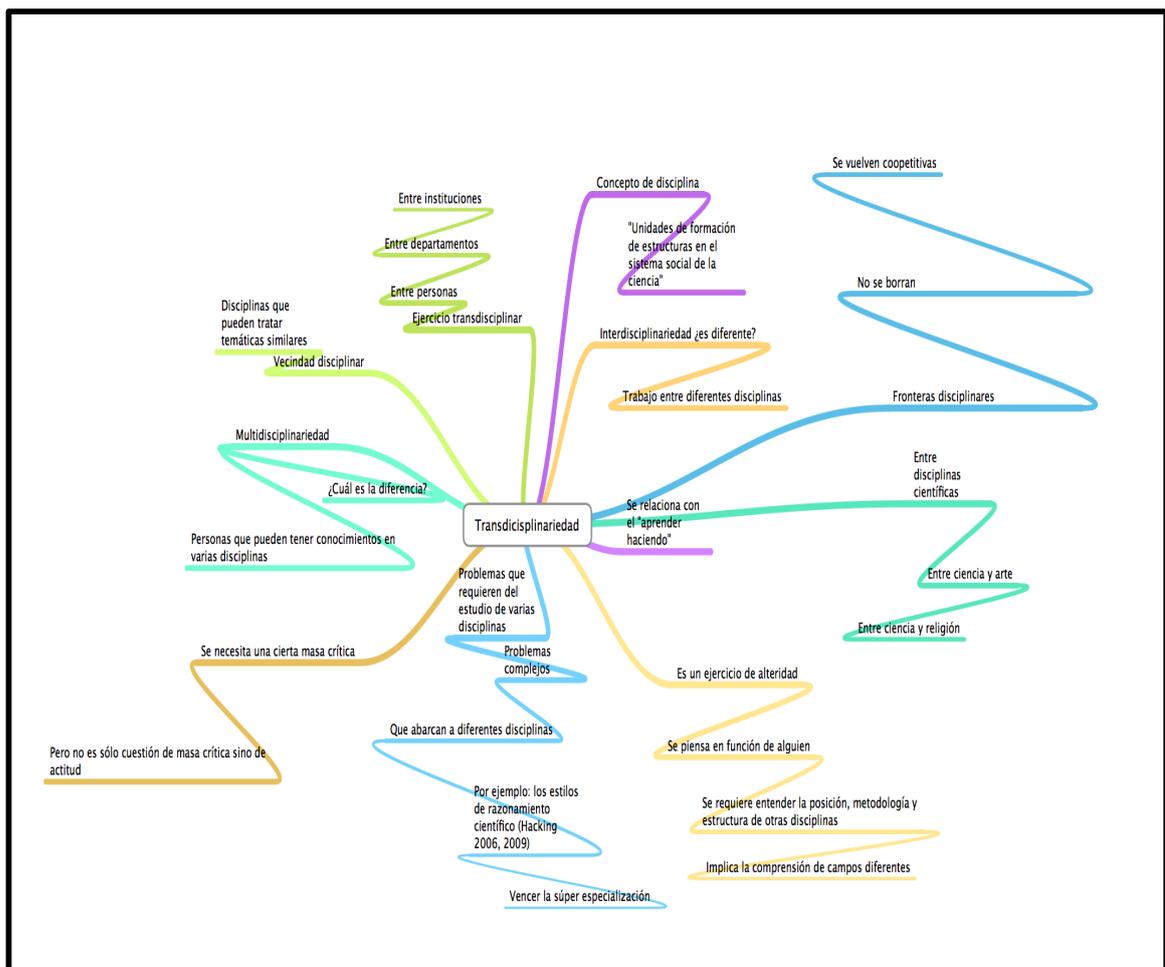


Figura 10
Elaboración: El Autor

En todo esto hay una palabra clave: la colaboración. He aquí el núcleo del trabajo transdisciplinar.

“Collaboration is obviously a core feature of transdisciplinarity and comprises two forms; collaboration between researchers from different disciplines and collaboration between actors within and outside academia. A central motive behind collaboration is the focus on complex and multidimensional problems, i.e. transdisciplinarity addresses open problems and aims to deal with these problems. A second motive behind collaboration emanates from the goal of transferring research results to society. The similarity between these two motives concerns mutual learning; if practitioners are involved in the research process, mutual learning can be achieved using the problem at hand, interests shaping the problems, various forms of knowledge about the problem and different conceptions of how to manage the problem. However, collaboration is not exclusive to transdisciplinarity and practitioners can be more or less involved in disciplinary research as well. It could be argued that collaboration in transdisciplinary research can be distinguished with respect to how it is managed and regarding who is involved⁴⁹” (Mobjörk, M., 2010, 869)

Hay definiciones como la de Köppen⁵⁰ que pretende dar a la transdisciplinariedad, asumiendo que la palabra viene de la raíz *transcender* y no *transversal*, un papel para disolver barreras disciplinarias o, si se quiere, simplemente superarlas. En ambos casos implica la posibilidad de colaborar y, con ello una predisposición personal que, incluso, podría llegar a comportamientos relacionados con el propio *ethos* de la ciencia. En el

⁴⁹ La colaboración es obviamente una característica central de la transdisciplinariedad y compromete dos formas; colaboración entre investigadores de diferentes disciplinas y colaboración entre actores dentro y fuera de la academia. Un motivo central detrás de la colaboración es el enfoque en problemas complejos y multidimensionales, es decir, la transdisciplinariedad aborda problemas abiertos y tiene como objetivo tratar estos problemas. Un segundo motivo detrás de la colaboración emana del objetivo de transferir los resultados de la investigación a la sociedad. La similitud entre estos dos motivos se refiere al aprendizaje mutuo; si los profesionales están involucrados en el proceso de investigación, se puede lograr el aprendizaje mutuo utilizando el problema en cuestión, los intereses que dan forma a los problemas, las diversas formas de conocimiento sobre el problema y las diferentes concepciones de cómo manejar el problema. Sin embargo, la colaboración no es exclusiva de la transdisciplinariedad y los profesionales también pueden estar más o menos involucrados en la investigación disciplinaria. Se podría argumentar que la colaboración en la investigación transdisciplinaria se puede distinguir con respecto a cómo se gestiona y con respecto a quién está involucrado. Traducción del Autor.

⁵⁰ Casanueva y Méndez en su artículo “Notas a favor de las transdisciplina o hacia una epistemología de las relaciones mereológicas entre modelos teóricos y sistemas empíricos” hacen un sesudo resumen del trabajo de Köppen, *et al.* presentado en 2005.

fondo, entonces, nos estamos refiriendo no al concurso de varias disciplinas sino a la participación de personas con diferentes tipos de conocimiento. En este punto podríamos seguir a Popper y sugerir que “*No hay disciplinas, no hay ramas del saber o, más bien, de la investigación: solo hay problemas y el impulso de resolverlos. Una ciencia, tal como la botánica o la química (o, digamos, la fisicoquímica o la electroquímica) es, sostengo, una mera unidad administrativa*” (Popper, K., 1985, 45).

El trabajo se puede abordar, hablando en términos de actitudes personales, desde diferentes perspectivas. Sobre esto hay un debate intenso e incluso se ha llegado a aseverar que puede ser parte de los rasgos de la personalidad⁵¹, pero lo que está claro es que, la forma en que una persona se desenvuelve laboralmente, es de suma importancia para el éxito o el fracaso de la empresa a la que se encuentra abocado.

El mundo científico y de producción del conocimiento no es la excepción, especialmente en Latinoamérica. Romero y Muñoz (1997, 4) sostienen que, sobre todo en el área andina, las condiciones para el desarrollo de la investigación son duras y algunas apenas se cumplen. Citan algunas razones para ello como económicas o de aprovechamiento de recursos, pero destacan cuatro que, a nuestro juicio, son de capital importancia: flexibilidad administrativa, tolerancia, colaboración y “*esfuerzo decidido por hacer buena ciencia y pensar a medio y largo plazo*” estas cuatro son, fundamentalmente, actitudinales y no tienen nada que ver con otras que, generalmente, se atribuyen para el escaso desarrollo científico de Latinoamérica, como el tema de los recursos económicos.

La cuestión actitudinal, en América Latina, tuvo mucho que ver con la *ideologización* de la universidad, entendiendo ideología como “*un cuerpo de ideas más o menos coherentes pero no necesariamente verdaderas, acerca de la realidad o de un sector de esta*” (Bunge, 1997, op. cit., 68). Al finalizar la década de los sesenta y durante las tres siguientes décadas, gran parte de nuestras universidades adoptó una posición política relacionada con el marxismo, entonces dejaron de ser fin en sí mismo para convertirse en medio del partido para la revolución. Como afirma el mismo Mario Bunge (1997, *ibid*), llegando incluso a “*quienes, en el colmo del oscurantismo, afirman que la ciencia*

⁵¹ Lozzia, G., et al. (2007) hacen un extenso repaso por las diferentes teorías de la personalidad: Gilford, Cattell, Eysenck, Zuckerman para determinar si la voluntad (entiéndase como actitud) del trabajo es un rasgo distintivo de la personalidad de cada individuo.

es la ideología del capitalismo; y decididos a combatir el capitalismo, empiezan por rechazar la ciencia". Con ello el trabajo universitario dejó de ser un acto personal para volverse un acto mecánico de apoyo a las actividades partidistas y revolucionarias. La ciencia y la producción de conocimiento pasaron a un segundo plano. Pero claro, no queremos emitir un juicio de valor sobre esta actitud puesto que, siguiendo, a Shakspeare en Hamlet "*nada hay bueno ni malo si el pensamiento no lo hace tal*". Sin embargo, esto afectó a personas que no pensaban como los miembros del partido. El hecho de ser *disidentes* intelectuales, en muchas ocasiones, trajo como consecuencia un aislamiento académico que impidió continuar por el camino de la *buena* ciencia, obligándolos a limitarse a la docencia que, con los años, se transformó en un mero acto mecánico.

Las razones laborales y salariales, sobre las cuales no formularemos juicios de valor, han tenido otra fuerte implicación en la vida universitaria, especialmente en América Latina y más aún en Ecuador. Durante mucho tiempo el trabajo del docente - investigador no fue retribuido de manera digna lo que provocó, una multiplicación de actividades entre los profesores para ganarse la vida. No era raro encontrarse con maestros que impartían clases en dos o tres universidades. Incluso, en Ecuador, se llegó a acuñar, en términos coloquiales, la frase "*profesor taxi*" para referirse a los profesionales que iban de una institución de educación superior a otra. Esta proliferación de trabajos, impedía que tuvieran tiempo para profundizar en las materias a su cargo y peor dedicarse a labores investigativas o de generación de conocimiento nuevo. El trabajo, nuevamente, dejó de ser un acto personal para tornarse completamente mecánico.

Otro factor que incide en la actitud de los investigadores de la universidad latinoamericana seguramente son las condiciones de entorno y la profunda afectación psicológica que un investigador, por esta razón, pueda sufrir.

"Los procedimientos generales de formación de investigadores suelen ser la realización de maestrías o doctorados en diversas universidades en los países desarrollados, donde pasan de dos a cinco años cursando sus estudios La ausencia de estructuras operativas permanentes y con una cierta capacidad instalada en las mismas universidades de retorno genera, por una parte, el

fenómeno lacerante de la fuga de cerebros, tanto hacia el exterior como hacia otras actividades no directamente relacionadas con la acumulación de capacidad científica, bien porque resultan más lucrativas o porque terminan por ser la lamentable consecuencia de la decepción psicológica de los que retornan por el ambiente que encuentran en sus universidades, que contrasta fuertemente con la experiencia tenida en el exterior”⁵² (OUI, 2008,4)

En efecto, no es lo mismo realizar investigación en un entorno como Boston, Londres, Madrid, Bilbao, etc., que pretender tener un centro de investigación en pequeñas ciudades de Latinoamérica como Loja, Piura o Pasto. Muchas veces las condiciones de entorno pueden frustrar las ilusiones de los investigadores y acarrear la consecuente transmutación del trabajo de acto personal en acto mecánico. Esto, evidentemente, tiene implicaciones en la transdisciplinariedad. Es decir, podemos ver diferentes «calidades» de trabajo, dependiendo de los grupos que participen, el nivel de formación que tengan e, incluso, la experiencia que posean en sus diferentes campos de acción disciplinar.

Como vemos, las razones actitudinales pueden enfocarse desde diferentes puntos de vista. En efecto, como sostiene Wittgenstein (2003), un hecho, al igual que una figura geométrica, puede apreciarse desde diversos ángulos. Las formas de abordar nuestro trabajo pueden afectarse por cuestiones psicológicas o de la personalidad, ideológicas, religiosas, laborales, salariales, etc. Todas estas razones van a tener una directísima influencia en el tipo de trabajo que realicemos y, por tanto, en la producción de conocimiento y el desarrollo científico, especialmente cuando hablamos de transdisciplinariedad.

En el fondo hay una yuxtaposición, en el sentido de unir, sin que existan mediadores, diferentes campos de conocimiento, con todas las ventajas y desventajas que esto pueda traer.

“«Trans-» means “across, to or on the farther side of, beyond, over». To go across, beyond, and over disciplinary boundaries, there is a process to assemble

⁵² En junio del 2008 la Organización Universitaria Interamericana (OUI), con sede en Montreal, Canadá, realizó en la Universidad Técnica Particular de Loja el I Encuentro sobre doctorados de tiempo compartido, en el que se puso en contacto a universidades con capacidad de formar investigadores con sus pares latinoamericanas, que requieran formar a sus profesores; y con organismos que puedan coadyuvar en este proceso. Actualmente la OUI, a través del programa Campus, replica el encuentro en diversos lugares del continente americano

disciplines and recombine information. Juxtaposition is a starting point for integration. Juxtaposition and recontextualization draw the mind to puzzle about potential connection between information elements. The next step is recombinant information. Recombination is «the process of taking existing coded compositions, breaking them down into constituent elements, and recombining those elements to form new codings», or new knowledge. When information elements are recombined, if a combination makes sense immediately, the cognitive process is not likely to go anywhere. But, if there are potential relationships that are not immediately clear, the mind tends to work on making sense of them, to find new connections. Sometimes, this process does not lead anywhere. On other occasions, one experiences «Ah-ha!». This is emergence of new ideas and knowledge. Therefore, ambiguous and incongruous juxtaposition of heterogeneous information elements that are related through the operation of a transdisciplinary interface is likely to stimulate the emergence of new knowledge⁵³» (Choi, 2016, 357)

Posiblemente las ventajas sean mayores, pero no podemos dejar de mencionar algunos inconvenientes que se pueden presentar en un proceso transdisciplinario como los niveles diferentes entre equipos, los lenguajes entre el mundo de la ciencia y los contextos sociales, las distintas formas de ver la realidad entre los actores. Pero, como hemos dicho, el empezar desde el inicio del trabajo con una visión transdisciplinaria ayuda a que estos inconvenientes se resuelvan.

“One of the problems of transdisciplinary information studies is how to deal with the physical statistical concepts of information, as Wiener defined them in cybernetics, in the light of the semantic level of signification. The latter is the explanatory world of narration going on in society, and based on culture and

⁵³ «Trans» significa "a través, hacia o desde el lado más alejado, más allá. Para cruzar, más allá de los límites disciplinarios, existe un proceso para ensamblar disciplinas y recombinar información. La yuxtaposición es un punto de partida para la integración. La yuxtaposición y la recontextualización hacen que la mente piense acerca de la conexión potencial entre los elementos de información. El siguiente paso es la información recombinante. La recombinación es "el proceso de tomar las composiciones codificadas existentes, descomponerlas en elementos constituyentes y recombinar esos elementos para formar nuevas codificaciones" o nuevos conocimientos. Cuando los elementos de información se recombinan, si una combinación tiene sentido de inmediato, el proceso cognitivo probablemente no vaya a ninguna parte. Pero, si hay relaciones potenciales que no están inmediatamente claras, la mente tiende a trabajar en darles sentido, en encontrar nuevas conexiones. A veces, este proceso no conduce a ningún lado. En otras ocasiones, uno experimenta "¡Ah-ha!". Esta es la aparición de nuevas ideas y conocimiento. Por lo tanto, la yuxtaposición ambigua e incongruente de elementos de información heterogéneos que están relacionados a través del funcionamiento de una interfaz transdisciplinaria es probable que estimule el surgimiento de nuevos conocimientos. Traducción del Autor.

*language, and in our own body as a living system. Part of this system is poetry, fiction, existential philosophy, religion and—not to forget—science.*⁵⁴” (Brier, S., 1988, 187).

“*La transdisciplina puede entenderse como los procesos a través de los cuales se toman categorías de análisis o metodologías desde una disciplina para resolver problemas que surgen dentro de otra*” (Ramírez, 2010, 135) Es decir son categorías de análisis o metodologías transversales a dos o más disciplinas.

Incluso podemos llegar un poco más allá. Hay disciplinas cuyos métodos son esenciales para un sinnúmero de otras materias pero que, además, son en sí mismas unidades de investigación y estudio. Por ejemplo, la estadística. “*La ciencia estadística se extiende más allá de la recopilación y la tabulación de datos... los métodos estadísticos han contribuido a hacer evolucionar otras ciencias, especialmente las ciencias biológicas y además rebasaron los límites académicos para entrar en el terreno de la agricultura, el comercio y la industria*” (Calzada, J., 1970, 39). Se debe añadir el inmenso aporte que ha hecho para el desarrollo de las ciencias sociales. Este es un claro ejemplo de una herramienta transdisciplinar. Otra, y que sin duda también tiene un enorme efecto en el desarrollo de las ciencias, es la informática. Es prácticamente imposible concebir el moderno mundo científico sin el uso de las herramientas informáticas. Pero, esta disciplina por sí misma, tiene todo un campo de acción y desarrollo.

Entonces tenemos campos de conocimiento que, por sus propias características, son de carácter transdisciplinar y que estarán, muy probablemente, involucrados en cualquier clase de trabajo en el que se requiera romper las barreras disciplinares. Las dos disciplinas citadas, estadística e informática, son un ejemplo de ello. De alguna manera, esta forma de trabajo empieza a ser necesaria, no solamente contingente.

“*La enorme complejidad, diversidad y extensión de la ciencia contemporánea hacen que el investigador aislado sea una teoría del pasado*” sostiene Mario Bunge (op. cit., 1997, 70) y es verdad. Aquí se encuentra la *necesidad* del trabajo transdisciplinar como

⁵⁴ Uno de los problemas de los estudios de información transdisciplinarios es cómo abordar los conceptos estadísticos físicos de la información, tal como los definió Wiener en cibernética, a la luz del nivel semántico de la significación. Este último es el mundo explicativo de la narración que se desarrolla en la sociedad, y está basado en la cultura y el lenguaje, y en nuestro propio cuerpo como un sistema viviente. Parte de este sistema es poesía, ficción, filosofía existencial y, no olvidemos, ciencia. Traducción del Autor.

fuente para el desarrollo del conocimiento que puede ser mucho más realista que la concepción tradicional de la ciencia y encontrar un lenguaje más adecuado para comunicar el mundo de la ciencia con el de la sociedad en su conjunto.

En el mundo científico existen diferencias conceptuales o semánticas importantes que, normalmente, no significan nada para la sociedad, pero, eventualmente, pueden traer grandes consecuencias en la producción de conocimiento nuevo. (cf. Brier, S., 1988, 188). Por ejemplo, son muy asentadas la diferencias que se han generado entre términos como eficiencia y eficacia. Normalmente no significarían nada para el viajante, pero, en temas de planificación organizacional o, incluso, de acreditación universitaria, como en el caso ecuatoriano, pueden tener repercusiones.

La unificación del lenguaje que se puede producir en un ejercicio transdisciplinar parece ser uno de sus aportes más importantes.

Otra acepción para la transdisciplinariedad es la de una forma de organización de la investigación científica y, con ello, del conocimiento.

“In the ensuing decades, use of the term widened. It is now linked with comprehensive paradigms (e.g., general systems, feminism, Marxism), broad interdisciplinary fields (e.g., area studies, cultural studies), and synoptic disciplines (e.g., philosophy, geography, religious studies). A search of the Internet also reveals a multitude of websites with the label in areas as varied as learning assessment, arts education, mental health, rehabilitation, special education, engineering, ecological economics, human population biology, informatics, knowledge organization, and teamwork and collaboration⁵⁵”
(Thompson J., 2004, 515-516).

Normalmente la ciencia se expresa a través de artículos científicos que, luego de un proceso de revisión, son publicados en revistas especializadas que giran en torno a una

⁵⁵ En las décadas siguientes, el uso del término se amplió. Ahora está vinculado con paradigmas comprensivos (por ejemplo, sistemas generales, feminismo, marxismo), amplios campos interdisciplinarios (por ejemplo, estudios de área, estudios culturales) y disciplinas sinópticas (por ejemplo, filosofía, geografía, estudios religiosos). Una búsqueda en Internet también revela una multitud de sitios web con la etiqueta en áreas tan variadas como evaluación de aprendizaje, educación artística, salud mental, rehabilitación, educación especial, ingeniería, economía ecológica, biología de poblaciones humanas, informática, organización del conocimiento y trabajo en equipo y colaboración. Traducción del Autor.

disciplina. La tecnología ha logrado que ahora contemos con inmensas bases de datos que contemplan revistas de diferentes campos disciplinares. En efecto, se trata de grandes índices donde el investigador puede buscar bibliografía especializada en diferentes campos.

Por ejemplo, si uno realiza una búsqueda de un tema como «*transdisciplinarity*» en la importante base de datos *Scopus*, le arroja por lo menos sesenta resultados sobre la temática que son publicados en revistas tan variadas que van desde la geología hasta los recursos humanos para el tema de la salud.

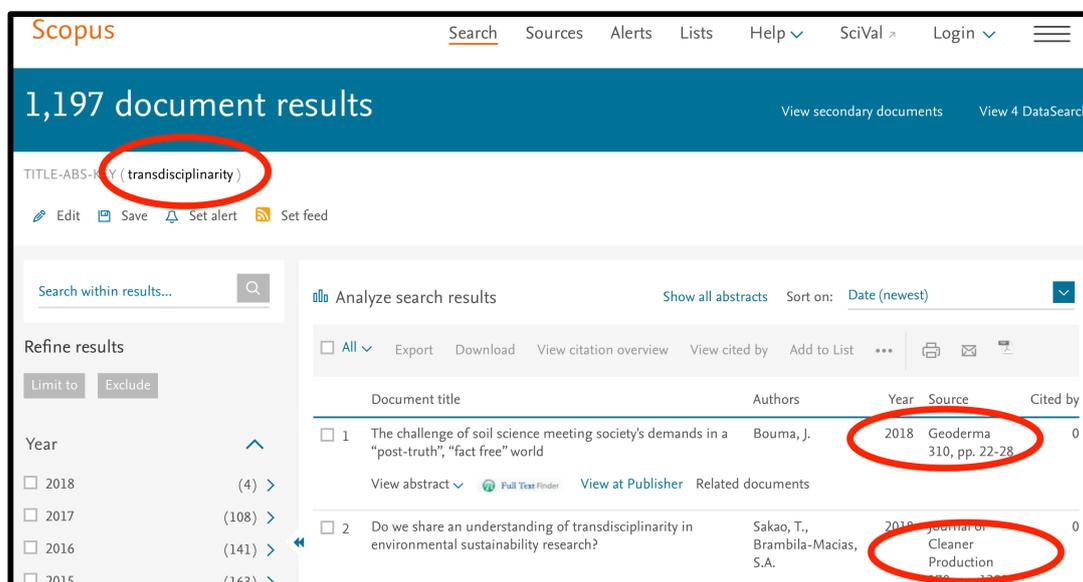


Figura 11

Elaboración: Scopus⁵⁶

⁵⁶ Consultado el 7 de noviembre de 2017. Disponible en: https://www.scopus.com/results/results.uri?numberOfFields=0&src=s&clickedLink=&edit=&editSaveSearch=&origin=searchbasic&authorTab=&affiliationTab=&advancedTab=&scint=1&menu=search&tablin=&searchterm1=transdisciplinarity&field1=TITLE_ABS_KEY&dateType=Publication_Date_Type&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present&loadDate=7&documenttype=All&accessTypes=All&resetFormLink=&st1=transdisciplinarity&st2=&sot=b&sdt=b&sl=34&s=TITLE-ABS-KEY%28transdisciplinarity%29&sid=1b1dea84e448a708902e2ca51bf7bd2a&searchId=1b1dea84e448a708902e2ca51bf7bd2a&txGid=5b0bc43aa5624e177838dc02e62f4211&sort=plf-f&originationType=b&rr=

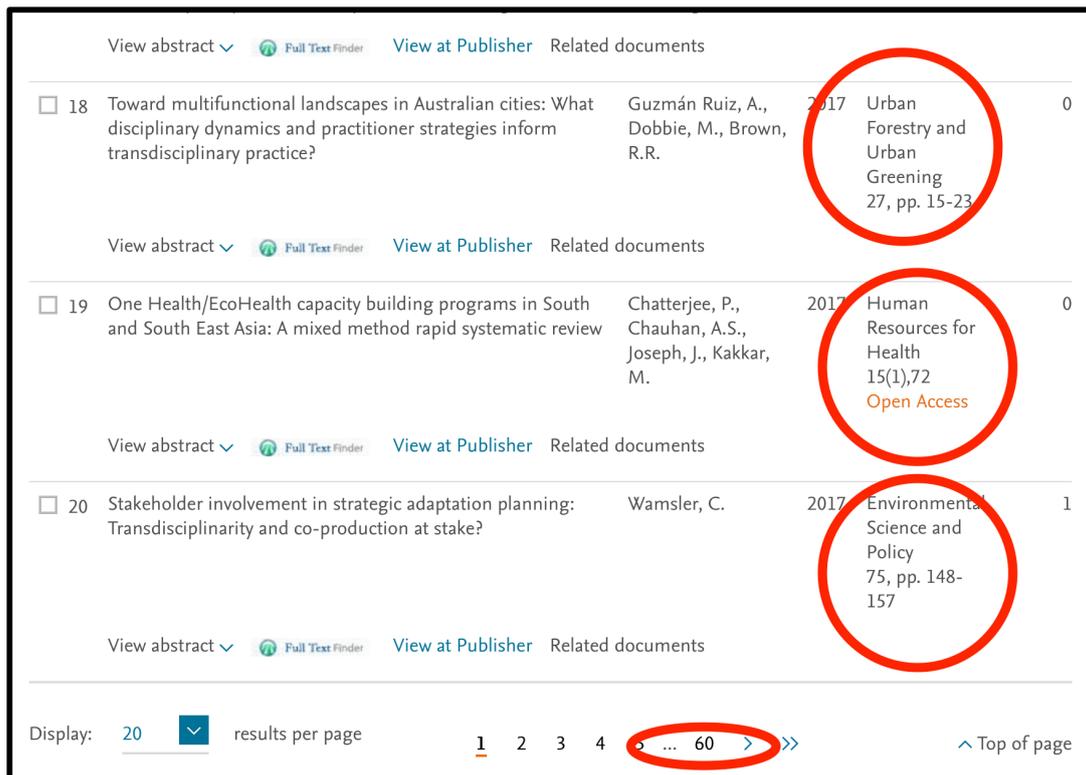


Figura 12
Elaboración: Scopus⁵⁷

Pero esta es una experiencia que responde a una determinada forma de organización del conocimiento, no necesariamente transdisciplinar a la que todavía no hemos llegado.

Quizás el campo en el que más se ha avanzado con tratar de entregar una información completa sobre una determinada problemática es el del llamado periodismo científico, que trata de informar a la colectividad de una manera amplia y que involucre el problema en su totalidad. Sin embargo, generalmente, no son parte de los equipos de investigación y suelen unirse solo al final de un proyecto por lo que, la información que transmiten, se puede ver afectada.

En la concepción transdisciplinar la información y, con ello, la forma en que se organiza y se transmite, debe estar presente desde la etapa de planificación. Se podrían entender, al igual que la estadística o la informática, como herramientas necesarias para el trabajo transdisciplinario.

⁵⁷ Ibid

En todo caso se empiezan a ver esfuerzos muy importantes para proveer de una forma de organización del conocimiento como la transdisciplinariedad.

“The Swiss Academic Society of Environmental Research and Ecology provides researchers and non-academic partners in Switzerland and abroad with bibliographical and information services, a discussion forum, links to other sites, and an introduction to the topic [http:// www.transdisciplinarity.ch]. CIRET (the Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires) is a virtual meeting space for specialists from all domains. It publishes an electronic journal, results of UNESCO-sponsored international colloquia (including the first world congress on transdisciplinarity in Portugal in 1994 and the 1997 congress on the transdisciplinary evolution of the university in Locarno, Switzerland), and reports on projects around the world [http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret/]⁵⁸” (Thompson J., 2004, 516).

Sin embargo, la transdisciplina corre el riesgo de ser marginada del mundo científico. En gran parte porque se carece de una definición concreta y, si se quiere, de una metodología específica para su implementación.

“Transdisciplinarity has a long history of academic discourse. Promoted as an adequate scientific response to pressing societal problems like climate change, it has recently received common currency in science policy rhetoric. Nevertheless, despite its increasing popularity, transdisciplinarity is still far from academically established and current funding practices do not effectively support it at universities and research institutions. One reason for this deficit is that a universally accepted definition for transdisciplinarity is still not available. Consequently, quality standards that equally guide researchers, program

⁵⁸ La Sociedad Académica Suiza de Investigación Ambiental y Ecología proporciona a investigadores y socios no académicos en Suiza y en el extranjero servicios bibliográficos y de información, un foro de discusión, enlaces a otros sitios y una introducción al tema [http:// www. transdisciplinarity.ch]. CIRET (el Centro Internacional de Investigadores y Estudios Transdisciplinarios) es un espacio de encuentro virtual para especialistas de todos los ámbitos. Publica una revista electrónica, los resultados de un coloquio internacional patrocinado por la UNESCO (incluidos los congresos del primer mundo en transdisciplinariedad en Portugal en 1994 y los congresos de 1997 en la evolución transdisciplinar de la universidad en Locarno, Suiza), y divulga los proyectos sobre el mundo [http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret/]. Traducción del Autor.

*managers and donors are widely lacking. Therefore, a rhetorical mainstreaming of transdisciplinarity prevails which risks marginalizing those who take seriously the integrative efforts creative collaboration requires*⁵⁹” (Jahn, T., et.al., 2012, 1)

Esta falta de unificación en su definición puede producir, en efecto, que los investigadores que tratan de tener una visión integradora se vean marginados del mundo científico.

Por ello, la propuesta de este trabajo es que, sin dejar de buscar esa definición completa, se empiece a adoptar como un principio. Es decir, como un esfuerzo integrado desde el principio en los programas y proyectos de investigación, especialmente de problemas complejos.

Sin embargo, es bueno destacar el esfuerzo que Jahn (et.al., 2012, 2) realiza para tratar de conceptualizar la transdisciplinariedad:

“Conceiving of transdisciplinarity as problem-oriented research is not disputed in the current literature. Historically, Mode 2 was regarded as operating more generally “within a context of application in that problems are not set within a disciplinary framework” it was then the groundbreaking 2000 conference “Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society” in Zurich (that clearly evoked a normative turn in referring to the solution of “real-world problems” such as sustainable development and north–south relations as the epistemic end of transdisciplinary research. A more direct focus on problems was also suggested earlier on by scholars of ecological economics as a means to better integrate different disciplinary perspectives....

⁵⁹ La transdisciplinariedad tiene una larga historia de discurso académico. Promovido como una respuesta científica adecuada a los acuciantes problemas sociales como el cambio climático, recientemente ha recibido una moneda común en la retórica de la política científica. Sin embargo, a pesar de su creciente popularidad, la transdisciplinariedad todavía está lejos de ser académicamente establecida y las prácticas de financiación actuales no la apoyan eficazmente en las universidades y las instituciones de investigación. Una razón para este déficit es que todavía no está disponible una definición universalmente aceptada de transdisciplinariedad. En consecuencia, los estándares de calidad que igualmente guían a los investigadores, administradores de programas y donantes son muy escasos. Por lo tanto, prevalece una transversalización retórica de la transdisciplinariedad que corre el riesgo de marginar a quienes toman en serio los esfuerzos de integración que la colaboración creativa requiere. Traducción del Autor.

Transdisciplinarity Involves both Inner-Scientific Cooperation between Various Disciplines and Fields as well as Cooperation between Science and Society ⁶⁰

En efecto, no cabe discusión sobre que la transdisciplinariedad es una cooperación *intra* científica entre diferentes campos del conocimiento, pero también una forma real de vincular ciencia y sociedad.

Para el mismo Jahn (et.al., op.cit., 2012, 2) la transdisciplinariedad es un enfoque de investigación reflexiva que aborda los problemas sociales mediante la colaboración interdisciplinaria, así como la colaboración entre investigadores y actores extra-científicos; su objetivo es permitir procesos de aprendizaje mutuo entre la ciencia y la sociedad; la integración es el principal desafío cognitivo del proceso de investigación.

Dentro de los límites de nuestro análisis, esta definición refleja un amplio consenso entre los estudiosos de la transdisciplinariedad. No proporciona, de inmediato, el tipo de orientación práctica que ayuda a los investigadores, administradores de programas a apreciar los desafíos específicos del problema de los esfuerzos transdisciplinarios, pero puede ser un punto de partida muy interesante en el camino de su definición.

Entonces la transdisciplinariedad está llamada a resolver cuestiones socialmente relevantes, busca trascender e integrar paradigmas disciplinarios, pretende investigación de carácter participativo y, por supuesto, está en pos de la unidad del conocimiento, especialmente cuando se trata de resolver problemas de carácter complejo.

Sobre esto Pohl (2011) propone el siguiente cuadro:

⁶⁰ Concebir la transdisciplinariedad como una investigación orientada a problemas no se discute en la literatura actual. Históricamente, se consideraba que el Modo 2 operaba de manera más general "dentro de un contexto de aplicación porque los problemas no se establecen dentro de un marco disciplinario". Fue entonces la innovadora conferencia "Transdisciplinariedad: solución conjunta de problemas entre ciencia, tecnología y sociedad" en Zurich (2000) la que, claramente, evocó un giro normativo al referirse a la solución de "problemas del mundo real" como el desarrollo sostenible y las relaciones norte-sur como el fin epistémico de la investigación transdisciplinaria. Los estudiosos de la ecología también sugirieron un enfoque más directo sobre los problemas de la economía como un medio para integrar mejor las diferentes perspectivas disciplinarias. La Transdisciplinariedad involucra los dos: cooperación *intra*-científica entre diferentes disciplinas y campos como también una forma de cooperación entre ciencia y sociedad. Traducción del Autor.

Transdisciplinarity according to concept	A	B	C
Features of transdisciplinarity			
Relating to socially relevant issues			
Transcending and integrating disciplinary paradigms			
Participatory research			
Searching for a unity of knowledge			

Figura 13

Elaboración: Pohl, C., 2011, 620

Si vemos la columna C, este autor le asigna tres funciones principales, pero, por la experiencia práctica, considera difícil que se llegue a realizar investigación participativa en todos los problemas que se propongan. No la descarta, pero, de su análisis, son pocos los casos que, hasta el momento, realizan este esfuerzo.

Atribuye, parte de este problema, a que aún falta trabajar en clarificar algunos conceptos y los presupuestos que inspiran este tipo de trabajo entre diferentes campos del conocimiento y, por ello, estima que uno de los desafíos específicos para los investigadores transdisciplinarios es garantizar que los sistemas de valores no operen en las sombras y, en su lugar, se aclaren mediante el desarrollo conjunto del significado de, por ejemplo, el desarrollo sostenible para el contexto del proyecto de investigación (cf. Pohl, C., 2011, 620).

A lo mejor tiene razón puesto que los cuatro objetivos son deseables para un proceso de investigación transdisciplinaria, no dicen nada sobre la colaboración y la integración de perspectivas, que pueden resultar por pedidos que salgan de la esfera de la investigación y se impliquen más bien en ámbitos de la gestión y las políticas públicas.

Las perspectivas, integradoras, se pueden concebir más fácilmente desde la esfera de la acción pública pues un investigador muy centrado en el día a día de su campo de conocimiento, difícilmente tendrá el tiempo o el interés necesarios para generar programas o proyectos de investigación con una visión integradora y destinados a solucionar problemas complejos del entramado social.

Hay que procurar generar un cierto *estilo* de pensamiento como condición previa para el trabajo colaborativo bajo una perspectiva común. Sobre esto, recientemente, en la Universidad Técnica Particular de Loja se propuso un programa de investigación sobre «territorios inteligentes». La idea era tratar de enfocar esfuerzos investigativos en un problema como el desarrollo integral de la provincia de Zamora-Chinchipe, en Ecuador. El proyecto, denominado *Smart Land*, fue impulsado desde la dirección de la Universidad, específicamente desde el Vicerrectorado de Investigación.

Es decir, para cumplir con el postulado de la investigación participativa, que Pohl (2011) considera improbable, se generó una propuesta, pero que no salió desde los departamentos universitarios, sino desde las esferas de dirección.

“Es una iniciativa de la UTPL que inició en el 2014 ampliando el concepto de “smart-cities” haciendo referencia a un territorio en el que se impulsa un desarrollo sostenible “inteligente”. Para lograrlo, la iniciativa propone el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y Comunicación que contribuyan al óptimo aprovechamiento de grandes volúmenes de información para mejorar la gestión del territorio y el manejo de recursos naturales y culturales, facilitando la revalorización del patrimonio. El propósito es contribuir a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y de la gestión del medio ambiente.

La iniciativa busca ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, generar innovaciones sociales y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de la colaboración sinérgica con diferentes actores sociales: gobiernos seccionales, regionales, sociedad civil, empresa pública y privada, entre otros⁶¹” (UTPL, 2014)

Este proyecto busca generar una Plataforma de datos, para consolidar un sistema de preservación del conocimiento de libre acceso para informar la toma de decisiones. También quiere establecer Sistemas de monitoreo, tratando de mejorar la comprensión y monitoreo permanente de indicadores en distintas áreas. Un tercer objetivo de «*Smart*

⁶¹ El proyecto tiene la información disponible en su sitio Web: <http://smartland.utpl.edu.ec>. El autor la consultó el 8 de noviembre de 2017.

Land» es crear Modelos de predicción en mejorar la gestión del territorio, producir un uso eficiente de recursos, y preservar y usar, de manera sustentable, el patrimonio. Finalmente pretende aumentar la participación ciudadana para fortalecer sus capacidades y potencialidades.

Como vemos, se empiezan a producir iniciativas serias y profundas de trabajo transdisciplinar.

Resumiendo, la transdisciplinariedad, desde nuestra perspectiva, es un principio que busca el trabajo conjunto, sobre problemas complejos, entre diferentes campos de conocimiento. Pone como emblema la disposición disciplinar para trascender e integrar los diferentes paradigmas. Para esto buscará que la investigación sea participativa y que el conocimiento se integre adecuadamente en pos de la respuesta a los problemas.

CAPÍTULO III
TRANSDISCIPLINARIEDAD COMO PRINCIPIO

3. Transdisciplinariedad como principio

Habíamos dicho que, para que la transdisciplinariedad pueda ser considerada como principio científico legítimo, necesitaba de un cierto consenso. Por ello revisaremos alguna bibliografía que permita determinar la existencia de este acuerdo.

“In the early days of the discourse the idea of developing transdisciplinarity as a theoretical principle that would profoundly impact and alter disciplinary epistemologies was still deemed promising. Participants of the above mentioned 1970 OECD conference envisioned transdisciplinarity as a set of axioms to be shared by the different academic disciplines (Apostel et al., 1972). More than 20 years later Gibbons et al. (1994) believed that “transdisciplinary knowledge develops its own distinct theoretical structures⁶²” (Jahn, T., et.al., 2012, 2).

Es decir, la idea de que es un principio básico para la producción de conocimiento, así como para la investigación sobre problemas complejos, se empezó a discutir hace más de cuarenta años. Su aplicación ha resultado difícil, especialmente cuando se trata de realizar investigación en la que participen diferentes disciplinas bajo una perspectiva integradora y, si se quiere, con un *estilo de pensamiento determinado*.

Por otra parte, para Nicolescu, B. (1996, 39):

“La visión transdisciplinaria, que es a la vez una visión transcultural, transreligiosa, transnacional, transhistórica y transpolítica, conduce, en el plano social, a un cambio radical de perspectiva y de actitud. No es cuestión, bien entendido, de que un Estado interfiera, con sus estructuras, en la vida interior del ser humano, lo cual no es de la incumbencia sino de la estricta responsabilidad individual. Pero las estructuras sociales deben crear las condiciones para que esta responsabilidad pueda nacer y ejercerse”.

⁶² En los primeros días del discurso, la idea de desarrollar la transdisciplinariedad como un principio teórico que impactaría profundamente y alteraría las epistemologías disciplinarias aún se consideraba prometedora. Los participantes de la mencionada conferencia de 1970 de la OCDE concibieron la transdisciplinariedad como un conjunto de axiomas para ser compartidos por las diferentes disciplinas académicas (Apostel et al., 1972). Más de 20 años después, Gibbons et al. (1994) creían que "el conocimiento transdisciplinario desarrolla sus propias estructuras teóricas distintas" (ibid. : 5)". Traducción del Autor.

Se alega, entonces, que este principio debe estar formulado por instancias, como el Estado que, finalmente, llega a ser la sociedad organizada de manera jurídica. Nicolescu incluso le da la categoría de *responsabilidad*, sin embargo, nuestra pretensión, es mucho menor. Se fundamenta en la idea de que un problema, con un grado de complejidad elevado, puede tener una *mejor*, no necesariamente la única, resolución si es que es abordado desde la perspectiva de diferentes campos el conocimiento.

Se trata de una perspectiva de carácter pragmático que es reclamada desde diferentes disciplinas. De hecho, el artículo que Choi (2006) propone es un llamado para la investigación en salud, educación y política. El artículo en el que Klein (2008) evalúa la investigación inter y transdisciplinaria se publica en *Journal of Preventive Medicine*, revista especializada, como su nombre lo dice, en quehaceres de medicina preventiva. La propuesta de Jahn (2012) está en la revista *Ecological Economics*, quizás la primera disciplina que nace inspirada en un paradigma de colaboración transdisciplinar. Pero claro, también han existido importantes esfuerzos estatales:

“The first impetus for developing the model occurred in the course of a project on the identification and description of quality criteria for transdisciplinary research (cf. Bergmann et al., 2005). The project was part of a research program run by the German Federal Ministry of Research (“Social–Ecological Research”). Its overall aim was to provide this program and the transdisciplinary research community with adequate tools for evaluating research proposals and results. The criteria were developed by empirically analyzing a selection of concrete transdisciplinary research projects⁶³. (Jahn, T., 2012, 4).

Este Ministerio de Estado entiende perfectamente el tercer postulado de la famosa carta que abogaba por la transdisciplinariedad:

⁶³ El primer impulso para desarrollar el modelo se produjo en el curso de un proyecto sobre la identificación y descripción de criterios de calidad para la investigación transdisciplinaria (véase Bergmann et al., 2005). El proyecto fue parte de un programa de investigación dirigido por el Ministerio Federal de Investigación de Alemania (“Investigación Social-Ecológica”). Su objetivo general era proporcionar a este programa y a la comunidad de investigación transdisciplinaria con herramientas adecuadas para evaluar propuestas de investigación y resultados. Los criterios se desarrollaron analizando empíricamente una selección de proyectos de investigación transdisciplinarios concretos. Traducción del Autor.

“La transdisciplinariedad complementa el enfoque disciplinario. Hace emerger de la confrontación de las disciplinas, nuevos resultados que se articulan entre ellos; nos ofrece una visión de la Naturaleza y de la Realidad. La transdisciplinariedad no busca el dominio de varias disciplinas sino la apertura de todas a lo que las atraviesa y las sobrepasa” (cf. Nicolescu, B., 1996, 121).

Esta famosa Carta, que surgiera luego del Primer Congreso Mundial que sobre Transdisciplinariedad se realizara en el Convento da Arrábida, Portugal, el 6 de noviembre de 1994 y cuyo Comité de Redacción estuvo integrado por Lima de Freitas, Edgar Morin y Basarab Nicolescu, propone que:

“La piedra angular de la transdisciplinariedad reside en la unificación semántica y operativa de las acepciones a través y más allá de las diferentes disciplinas. Ella presupone una racionalidad abierta, producto de una nueva visión sobre la relatividad de nociones tales como «definición» y «objetividad». El formalismo excesivo, la rigidez de las definiciones y la postura de objetividad absoluta, que impliquen la exclusión del sujeto, pueden tener solo efectos negativos” (Ibid, 121).

Se van clarificando las nociones y el deseo de que la transdisciplina se constituya en un principio científico, no como un mero argumento, sino como la idea de que la planificación de la investigación debe tener un componente que vea más allá, que transgreda, si se quiere, la fronteras disciplinares, buscando soluciones a problemas de carácter social que, generalmente son altamente complejos por la cantidad de variables que participan y por el número de actores que intervienen, sin dejar de lado que, en su resolución e incluso durante la fase de investigación, se pueden tocar *valores* importantes para los intervinientes o para los afectados.

Para superar un paso tan complicado como el de los valores hay que apelar al décimo cuarto artículo de la misma carta que indica que el rigor, la apertura y la tolerancia son características fundamentales de la *“actitud y visión transdisciplinaria”*.

Pero bien, para ver si la transdisciplinariedad puede ser considerada como un principio, analicemos algunos principios que se postulan en el mundo contemporáneo, comparemos sus formulaciones, pongámoslos a prueba.

3.1. Algunos principios contemporáneos

En el mundo contemporáneo se han esbozado algunos principios (siempre en la categoría de intermedios, según Ortega y Gasset) que han dado lugar a postulados, desde los cuales se desprenden una serie de conocimientos nuevos.

Quizás uno de los más famosos es el «*Principio del Caos*» que ha sido adoptado por diferentes disciplinas que van desde las matemáticas y la física hasta las ciencias empresariales y comerciales. Básicamente se refiere a que, sutiles y muy pequeños cambios en las condiciones iniciales de un problema complejo, pueden llevar grandes e imprevistos cambios en el comportamiento futuro de ciertas variables lo que imposibilita su predicción a largo plazo.

En el fondo es un principio que afectó la actitud determinista de la ciencia que reinó durante gran parte del siglo diecinueve y hasta bien entrado el siglo veinte. Para ese momento, las leyes que generaba el pensamiento humano eran inmutables y estaban, al igual que el universo, para ser eternas. Por ejemplo, la Primera Ley de la Termodinámica, según la cual, en un sistema cerrado, como el propio universo, la materia y la energía no se crean ni se destruyen, simplemente se transforman. Luego estableció la Segunda Ley, de la Entropía en ascenso, según la cual la *calidad* de la materia o la energía en el mismo sistema cerrado, se va degradando y se vuelve inutilizable. No la cantidad, que sigue siendo la misma, pero no se puede utilizar de la misma manera. Allí vino el problema y se empezó a pensar en que estos sistemas cerrados producen caos en su interior.

Esto, seguramente, se debía a que nuestro modelo de ciencia pretendía partir de una observación física de la naturaleza para luego trasladarla a una modelización matemática que permita repetir un fenómeno tantas veces sea necesario, hasta entenderlo completamente.

“Fundamental physical theories invariably replace the physical description of nature by a mathematical representation, a set of coupled differential equations. The differential equations give explicit time derivatives for all the interesting

variables in terms of present values, allowing the “theory” to predict the future or to recover the past by integration⁶⁴” (Graham, W., 2001, 1).

Es decir, el principio de la ciencia era que tenía la capacidad de *predicción* del futuro o de *recuperación* del pasado, mediante la integración. Pero con la llegada del nuevo principio, esto que parecía irrefutable, empieza a tambalearse. A lo mejor nuestra pretensión humana de comprender el universo era un poco temeraria al querer expresar leyes eternas e inmutables. A lo mejor, el universo mismo, no se asentaba en el orden sino en el caos y, con ello, era impredecible.

Desde allí hasta ahora, muchas disciplinas han estudiado este principio y lo han “*adoptado*” a su manera para señalar temas en los que va a resultar difícil una predicción futura o una integración para recrear lo sucedido. Por ejemplo, en economía se ha tratado mucho sobre las afectaciones de este postulado. Un ejemplo es lo que publicaran Parker, D. y Stacey, R. (1996, 1) donde hablan sobre caos, administración y economía y las implicaciones de un pensamiento no lineal. En ese artículo sobre esta teoría enfatizan:

“El papel creativo que desempeñan el desorden y la irregularidad. Ven el mundo como un conjunto de sistemas auto-organizados, cuyo funcionamiento tiene consecuencias repentinas e impredecibles. Aún existen leyes naturales deterministas, pero se considera que operan de una manera circular en la cual el desorden conduce al orden y el orden, al desorden. La visión simple del mundo deja paso a otra, esencialmente compleja y paradójica.

Esta nueva ciencia ha recibido el nombre de dinámica no lineal, o teoría de la complejidad, y el aspecto que más ha atraído la atención del público es lo que se denomina teoría del caos. Esta designación es, quizá, poco afortunada, porque en su sentido más popular la palabra “caos” connota un pandemónium total y absoluto, puro azar y confusión. Pero este no es el significado del término para los científicos. Ellos entienden por caos una mezcla intrincada de

⁶⁴ Las teorías físicas fundamentales invariablemente reemplazan la descripción física de la naturaleza por una representación matemática, un conjunto de ecuaciones diferenciales acopladas. Las ecuaciones diferenciales dan derivadas temporales explícitas para todas las variables interesantes en términos de valores presentes, lo que permite a la "teoría" predecir el futuro o recuperar el pasado mediante la integración. Traducción del Autor.

orden y desorden, de regularidad e irregularidad: patrones de comportamiento que, si bien son irregulares, resultan reconocibles como amplias categorías conductuales o arquetipos, dentro de los cuales existen incontables variedades individuales”.

A partir de esto adoptan el postulado y tratan de aplicarlo a las ciencias administrativas y económicas. En el fondo lo reconocen como un principio válido que, aunque inicialmente vino desde las ciencias *duras* se puede, perfectamente, emplear en campos diferentes.

Este principio, en el fondo, se adoptó no por el término caos, sino por el de la complejidad. El gran aporte al mundo fue, justamente, tratar de entender los problemas en toda la magnitud de su complejidad. Desde esa perspectiva llegó a ciencias como la medicina. Un ejemplo es un artículo que, en 2006 publicaran Chávez, et.al., titulado La Enfermedad: “Una Visión desde la Teoría del Caos y de los Fractales”. En el texto del artículo abogan por una visión transdisciplinar de las enfermedades:

“La enfermedad no puede ser vista como un fenómeno exclusivamente biológico, y los recursos terapéuticos no pueden limitarse solo a la farmacología o a la intervención anatómica directa. Para ello se requiere sustituir el reduccionismo y la simplificación por un pensamiento complejo en donde se proponga un proyecto transdisciplinar que plantee la inseparabilidad de los aspectos físicos, biológicos y sociales de la enfermedad” (Chávez, O., et.al., 2006, 83).

Aquí vemos como el principio de la complejidad va tomando cuerpo. En el mundo médico, especialmente al tratarse momentos críticos o intensos en la vida de las personas, estos investigadores abogan por que los aspectos físicos, biológicos y sociales de una enfermedad, en realidad, no pueden separarse. Estudiarlos desde todas estas perspectivas ayudará, finalmente, a quien es el beneficiario de este proceso: el paciente.

Aunque no usan el término transdisciplina, de manera explícita, está claro que también están abogando por un sentido más amplio en las disciplinas que se encargan del

cuidado de una persona, cuando está en momentos en los que la propia vida puede estar en peligro.

El término «principio» en los últimos años, ha sido usado de una variedad increíble de formas. Con temas que van desde aspectos éticos y ese deseo permanente que tienen algunas personas de dictar normas que rijan la moral de la gente, hasta temas altamente especializados como la química órgano-metálica (cf. Schatzschneider, U., Metzler-Nolte, N., 2006) que publicaran algunos principios para esta parte súper especializada de la química moderna. Por supuesto, en aspectos teológicos, el Principio es considerado uno solo y absoluto.

En la filosofía hablar de principios es siempre controvertido, pero, muchas veces, ha sido el motor para impulsar grandes avances en el conocimiento, incluso científico.

Cuando se esbozó el principio de causalidad, o relación causa efecto, el impulso que tuvo el mundo de la ciencia fue increíble, porque hubo una especie de motivación a avanzar hacia las causas primeras y la comprobación empírica de los hechos.

Quizás, en el pasado siglo, uno de los principios que tuvo más prensa fue el de la Relatividad. Los enunciados de Einstein, que partieron de la física, tuvieron enorme repercusión en la filosofía y en disciplinas como el derecho. Pero fue el mismo quien aclaraba un poco esta idea de los principios:

“La Geometría parte de ciertos conceptos básicos, como el de plano, punto, recta, a los que estamos en condiciones de asociar representaciones más o menos claras, así como de ciertas proposiciones simples (axiomas) que, sobre la base de aquellas representaciones, nos inclinamos a dar por «verdaderas». Todos los demás teoremas son entonces referidos a aquellos axiomas (es decir, son demostrados) sobre la base de un método lógico cuya justificación nos sentimos obligados a reconocer. Un teorema es correcto, o «verdadero», cuando se deriva de los axiomas a través de ese método reconocido. La cuestión de la «verdad» de los distintos teoremas geométricos remite, pues, a la de la «verdad» de los axiomas” (Einstein, A., 1999, 3).

Este esfuerzo didáctico que realizaba Einstein lo hacía de manera consciente. Sabía que, su teoría, revolucionaría el planeta y necesitaba conseguir consenso en el mundo científico y, con ello, legitimidad ante el gran público.

Las ciencias, en general, necesitan de algunos principios que las orienten y, de alguna manera, les otorguen dirección y sentido. Por ejemplo, en química, este esfuerzo se viene haciendo desde hace mucho tiempo.

“La revolución científica de los siglos XVI y XVII se caracterizó por el nacimiento de un espíritu inquisitivo y de un escepticismo que marcó una nueva fase en el desarrollo intelectual de la humanidad. La influencia de este espíritu sobre la química se dejó sentir al mismo tiempo que la alquimia aplicaba a la química a la medicina y que el dominio del misticismo anterior empezaba a desmoronarse. El acercamiento a la química se realizó desde el campo experimental, y a través de su principal promotor, Robert Boyle (1626-1691); esta nueva filosofía dio a la química la categoría de ciencia independiente. Los químicos de los siglos XVII y XVIII emprendieron rápidamente la tarea de sistematizar el conjunto creciente de hechos empíricos que sus experimentos revelaban y comenzaron a crear generalizaciones en las que estos hechos podían agruparse. Aunque estas primeras teorías y gran parte del trabajo dedicado a su estudio tuvieron escasa influencia en el desarrollo de la química orgánica, contribuyeron notablemente a definir el campo de la actividad intelectual que a la ciencia química se refiere, atrayendo así la atención de los hombres de mente investigadora hacia estos nuevos estudios” (Geissman, T., 1974, 3).

Entonces los principios son orientadores y ayudan a definir campos de actividad. Geissman acepta que es una filosofía la que da, a la química, su calidad de ciencia independiente. Es decir, este paso se da gracias a una reflexión sobre su importancia y posibilidades futuras.

El mismo autor no descarta esa necesidad y afirma que *“hay necesidad de comprender los principios fundamentales de la química orgánica en los que debe apoyarse el progreso futuro”* (Ibid, 2).

El futuro en esa ciencia y, con seguridad, en casi todas las disciplinas del saber humano, dependerá de una justa comprensión sobre los principios y su aplicación de manera metódica, razonada y lógica.

En el caso de la transdisciplina lo que se propone es justamente eso: ayudar a definir más claramente los campos en los que habría que desenvolverse para conseguir la resolución de un problema complejo. El hecho de ser considerada como principio ayudaría a que los diferentes campos del conocimiento trabajen de manera coordinada, no subordinando unas disciplinas a otras, sino teniendo objetivos comunes y una decidida vocación de crecimiento en sus respectivos campos, gracias al aprendizaje colaborativo entre disciplinas.

En nuestro caso, como hemos visto, la transdisciplinariedad se viene trabajando desde hace 40 años y, su legitimidad, se ha ido construyendo sobre las bases de grandes pensadores.

Sin embargo, para fines prácticos, no entraremos en una discusión tan amplia y nos quedaremos con el tema de la teoría del Caos y la Complejidad, que, en gran parte sirven para ilustrar nuestra postura de la transdisciplina como principio.

Justamente la transdisciplina nace como una forma de respuesta a los problemas complejos, como manifiesta el considerando segundo de la varias veces citada Carta de la Transdisciplinariedad:

“Considerando que solamente una inteligencia capaz de captar la dimensión planetaria de los conflictos existentes en el presente podrá enfrentarse a la complejidad de nuestro mundo y al desafío contemporáneo de una potencial autodestrucción material y espiritual de la especie humana” (Nicolescu, B., 1996, 120).

Pero esa inteligencia no se puede entender como la capacidad única y asombrosa de una sola persona, ni siquiera de un solo campo del conocimiento, sino de equipos, altamente especializados, dispuestos a colaborar profundamente entre ellos y con otras personas que no, necesariamente, provengan del mundo de la ciencia.

3.2. Razones para considerarla como principio

Como hemos venido argumentando, sobre la transdisciplinariedad se discute hace algún tiempo. La idea de un trabajo más coordinado entre las disciplinas, de una dimensión relacional de las ciencias ha sido una aspiración, a la que podríamos llamar, constante durante los últimos cuarenta años.

El surgimiento de nuevos paradigmas, como el mismo tema de la complejidad, ha hecho evidente la necesidad de un trabajo coordinado que, conjugando saberes de distintos campos de conocimiento, busque soluciones a problemas complejos, pero también aporte al intercambio y desarrollo de las disciplinas involucradas en un programa o proyecto de investigación.

Nada de lo que se dice implica un desprecio por la formación disciplinar. Al contrario, se requiere que los expertos sigan profundizando sus conocimientos y mantengan el rigor que ha posibilitado el avance de las ciencias en los últimos dos siglos.

Habíamos dicho que para que un principio sea considerado como tal, debe estar argumentado de una manera lógica y tener un cierto consenso en el ámbito en el que se propone. Algunos autores, que iremos citando a lo largo de estos párrafos, han venido trabajando estas ideas en torno a la transdisciplinariedad.

Nicolescu (1996, 3) sobre transdisciplinariedad sostiene:

“El término, que apareció hace tres décadas de manera casi simultánea en los trabajos de investigadores tan diversos como Jean Piaget, Edgar Morin, Eric Jantsch y muchos otros, se inventó en aquel momento para traducir la necesidad de una transgresión jubilosa de las fronteras entre las disciplinas, sobre todo en el campo de la docencia, para superar la pluri y la interdisciplinariedad”.

En efecto, la visión transdisciplinaria, empieza como una forma de docencia que buscaba una formación con una visión más amplia de los nuevos profesores e

investigadores. *El mundo es ancho y ajeno*, decía el clásico novelista peruano Ciro Alegría y, en el campo de las ciencias, esto es verdad. De alguna manera el llamado de Nicolescu es a que, los investigadores y docentes, salgan de las fronteras de sus campos de conocimiento y vean otras, aunque les sean ajenas. Una forma eficiente de hacerlo era empezando por la propia docencia de quienes, en el futuro, ocuparían esas plazas. El relevo generacional tendría que venir de la mano con un cambio de visión que implique una transgresión de las fronteras.

Sin embargo, esto trae ciertos problemas. Aunque los investigadores posean los pergaminos que los acreditan como expertos en tal o cual campo, ir hacia disciplinas diferentes implica tener, por lo menos, nociones de lo que se va a hacer. Conocer, aunque sea vagamente, un nuevo lenguaje y los significados. Entender sus métodos y técnicas. Saber interpretar sus resultados. Todo esto implica una nueva formación del investigador en las disciplinas en las que se quiere adentrar. Evidentemente esto resulta imposible.

La única forma es que las disciplinas, y los involucrados, no solo colaboren sino se involucren con otros campos de conocimiento e investigación y, este aprendizaje, se vaya dando de manera natural y colaborativa.

La adquisición de nuevos conocimientos no puede ser unidireccional, sino que tiene que estar en dos sentidos:

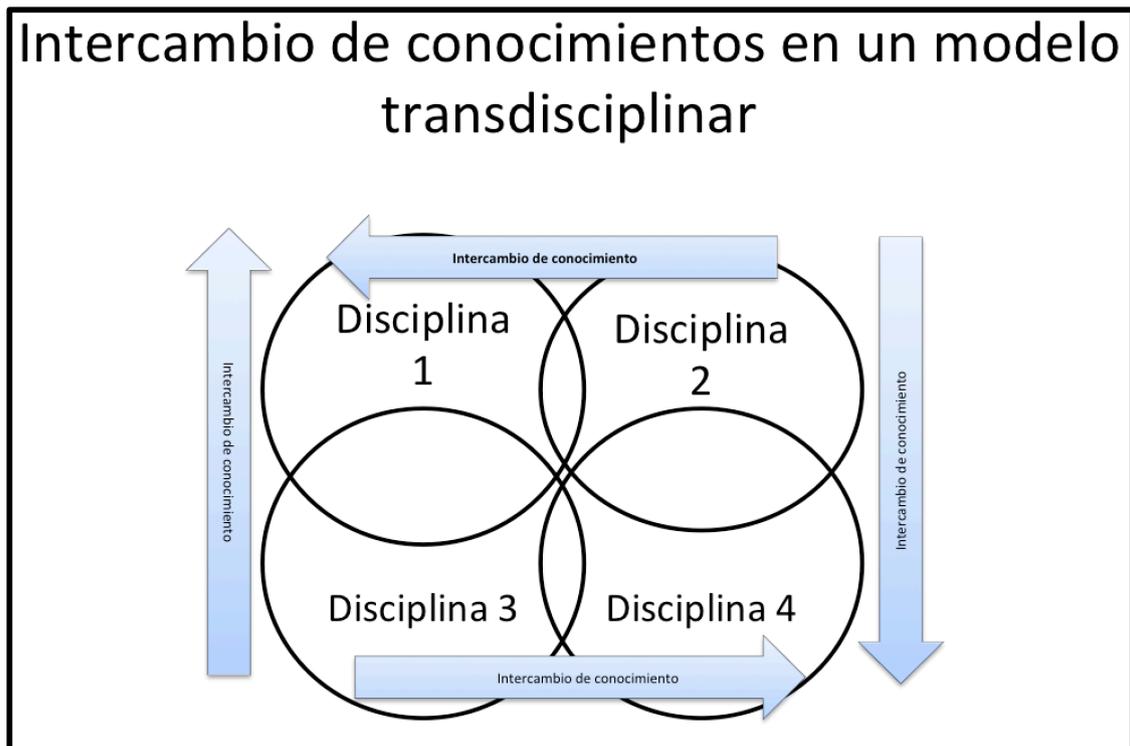


Figura 14

Elaboración: El Autor

Este intercambio sólo se puede producir si se entiende la dimensión relacional que un trabajo entre disciplinas debe tener. La relación debe ir más allá del deseo de resolución de un problema. Debe demostrar un interés para generar crecimiento en los diferentes campos de conocimiento involucrados.

A veces, eso puede resultar en una transgresión de sus fronteras.

Quienes suscribieron «*Manifiesto*», realizaron una fuerte apología por que las disciplinas transgredan sus líneas de acción, para tratar de comprender problemas con grados de complejidad superior.

Pero la transgresión no quiere decir anulación. Está más relacionada con el termino cooperación, pero de una manera interesada en el sentido de “aprender” cosas nuevas sobre la disciplina con la que está colaborando. Tampoco podemos esperar que esto se produzca de manera espontánea. De lo que hemos visto se requiere la creación de un cierto modelo conceptual compartido y aceptado por los diferentes participantes de un proceso de investigación transdisciplinaria.

Esto trae nuevas complicaciones. Hemos dicho que la investigación transdisciplinaria busca enfrentar problemas que sean socialmente relevantes. Esto involucra a disciplinas provenientes tanto desde las llamadas ciencias duras como desde las humanidades. En este caso, las metodologías pueden ser diferentes y la creación de este modelo conceptual que permita el ejercicio transdisciplinar se torna más difícil.

En la experiencia alemana recogida por Defila y Di Giulio (2016, op.cit) estiman que se requieren tres cosas para la adopción de lo que hemos denominado modelo conceptual:

1. Complementariedad en la investigación: hay que entender el papel que tendrán las diferentes disciplinas en el problema que se va a estudiar. Mirar, con cuidado, las formas en las que una disciplina puede complementar a otra y tratar de obtener el mayor provecho posible de esta relación. Lo ideal es que la complementariedad sea también bi-direccional y favorezca a todas las disciplinas. Sobre el contenido, Defila y Di Giulio señalan que debe haber claridad en cuanto a las preguntas que los investigadores abordarán. Además, deben ser viables y científicamente atractivas para los investigadores. Es muy importante que los cuestionamientos, de alguna manera, permitan esta complementariedad.

Esta actitud no debe impedir que las disciplinas sigan su trayectoria normal. Es decir, tampoco se puede tratar de, a pretexto del marco conceptual, imponer cuestiones desde unas disciplinas hacia otras. Todo debe estar dentro de un marco de profundo respeto por la actividad de un campo de conocimiento diferente.

2. La creación de ciertas metas conjuntas y la investigación complementaria sobre procesos: Parte del enriquecimiento entre disciplinas se va a dar por conocer cuáles son los procesos que utiliza otro campo disciplinar. Para los autores a los que nos estamos refiriendo en esta parte (Defila y Di Giulio, 2016 1-6), el programa de investigación temática en sí es también un tema de investigación. Tal investigación, de acompañamiento, es, en gran parte, paralela e

independiente de los otros proyectos. Este tipo de investigación se ubica en el *meta-nivel*. Esto trae consigo, que los otros proyectos sean objeto de encuestas respetando siempre el deseo de contestarlas o no por parte de otro campo del conocimiento. Esta forma de investigación complementaria se promueve particularmente cuando un patrocinador de investigación espera obtener información sobre la investigación futura y el diseño futuro de los programas de investigación. A su vez, esto implica dos cosas:

- a. *Ethos*: Los proyectos que serán investigados también deberían poder rechazar este procedimiento de manera total o parcial. La investigación de los proyectos debe seguir las reglas éticas que tiene la investigación empírica de las ciencias sociales. El derecho a cooperar sólo puede ejercerse en circunstancias excepcionales y debe ser anunciado y justificado.
 - b. Impacto en los proyectos: los proyectos no deben tener nueva carga para participar en encuestas, para documentar eventos y procesos, o para discutir los resultados de estas encuestas. Las herramientas de investigación que se usen, deben ser dirigidas, con un claro valor científico para la investigación que lo acompaña y con beneficios bien determinados para la comunidad. Una posible carga extraordinaria debe reflejarse en los presupuestos de los proyectos o ser compensada por el patrocinador durante el plazo.
3. Investigación para fortalecer la sinergia, la síntesis y la difusión: Siguiendo a Defila y Di Giulio (2016, 3) tiene como objetivo promover los procesos de creación de redes y síntesis dentro de un programa de investigación temática y, además de las actividades de los proyectos, intensificar la difusión y visibilidad del programa y los resultados de investigación. Es una investigación a la que podríamos llamar conjunta y de acompañamiento, que trabaja en estrecha coordinación con los diferentes proyectos de un programa de investigación. No debe funcionar paralela e independientemente, sino de manera cooperativa. Por lo tanto, este tipo de investigación, se refiere a los procesos de colaboración en

el programa de investigación, pero no los examina, sino que los alienta, anima, modera y acompaña los procesos correspondientes.

Se trata de una forma de cooperación a nivel del programa de investigación y no de los proyectos individuales. Para Defila y Di Giulio (2016) se suele usar cuando el patrocinador de la investigación desea la creación de redes y la síntesis en el nivel superior de un programa y, si busca fomentar la difusión de los resultados, de la práctica, y de las condiciones exitosas para este tipo de investigación. Esta investigación para fortalecer la sinergia puede traer:

- a. Beneficios comunes: Las actividades y los productos previstos deben definirse y concretarse entre las disciplinas que participan del proceso. Los objetivos deben convertirse en «*objetivos comunes*» de los proyectos y la investigación que los acompaña. En general, la investigación que acompaña debe considerar los factores que han demostrado ser cruciales para una cooperación transdisciplinar que se pueda adjetivar como exitosa. Los investigadores encargados de la investigación complementaria no solo deben moderar los procesos, sino que también pueden contribuir, de manera independiente, con el contenido.
- b. Impacto en los proyectos: Las expectativas para los proyectos que participan en actividades transdisciplinares no deben ser una sorpresa, sino que deben expresarse, con claridad desde el inicio. Se deberían reflejar adecuadamente en los proyectos y tienen que estar acompañados por los recursos suficientes para evitar cargas imprevistas (no solo gastos adicionales sino también, por ejemplo, costos de viaje adicionales). Las posibilidades y los límites de la participación de los proyectos individuales deben negociarse individualmente o por actividad específica, el compromiso debe ser diferente en tipo y alcance. (cf. Defila y Di Giulio, 2016, 4).
- c. La evaluación externa de los proyectos de un programa de investigación temática no es compatible con ninguna de las tres funciones de la investigación complementaria. Lo mismo se aplica al uso de la

investigación de acompañantes como un «*brazo extendido*» del promotor de la investigación o como un organismo de monitoreo. (Ibid., 4).

De esto podemos obtener dos conclusiones.

Primero: para hablar de procesos transdisciplinarios es mejor referirse a programas de investigación que involucren una serie de proyectos. Los programas serán los transdisciplinarios y los proyectos podrán referirse a una disciplina específica.

Segundo: Al hablar de programas estamos hablando de una gran meta compartida que debe implicar a todos los proyectos participantes. De esto, a su vez, se derivan cosas como cronogramas conjuntos y recursos compartidos.

En el mundo universitario, normalmente, existen «*propietarios*» de diferentes laboratorios y equipos. Esto, en una visión transdisciplinar, tiende a borrarse.

Gráficamente se puede representar así:



Figura 15

Elaboración: El Autor

Es una especie de «*espina de pescado*» donde cada una de las disciplinas se encarga de un proyecto específico para la resolución de un problema complejo, pero existe una meta muy clara y unos objetivos definidos con anterioridad. Es decir, el trabajo transdisciplinar se produce en función de una planificación previa que se acuerda, se consensa.

Ahora bien, hemos dicho que los problemas a los que solemos llamar complejos suelen ser aquellos en los que existe una gran cantidad de variables involucradas e interactúan con una variedad de personas o valores.

En este tipo de problemas la complejidad se puede aumentar de manera aritmética, o de manera exponencial, pero, en cualquiera de los dos casos, una visión transdisciplinar ayudará a su resolución.

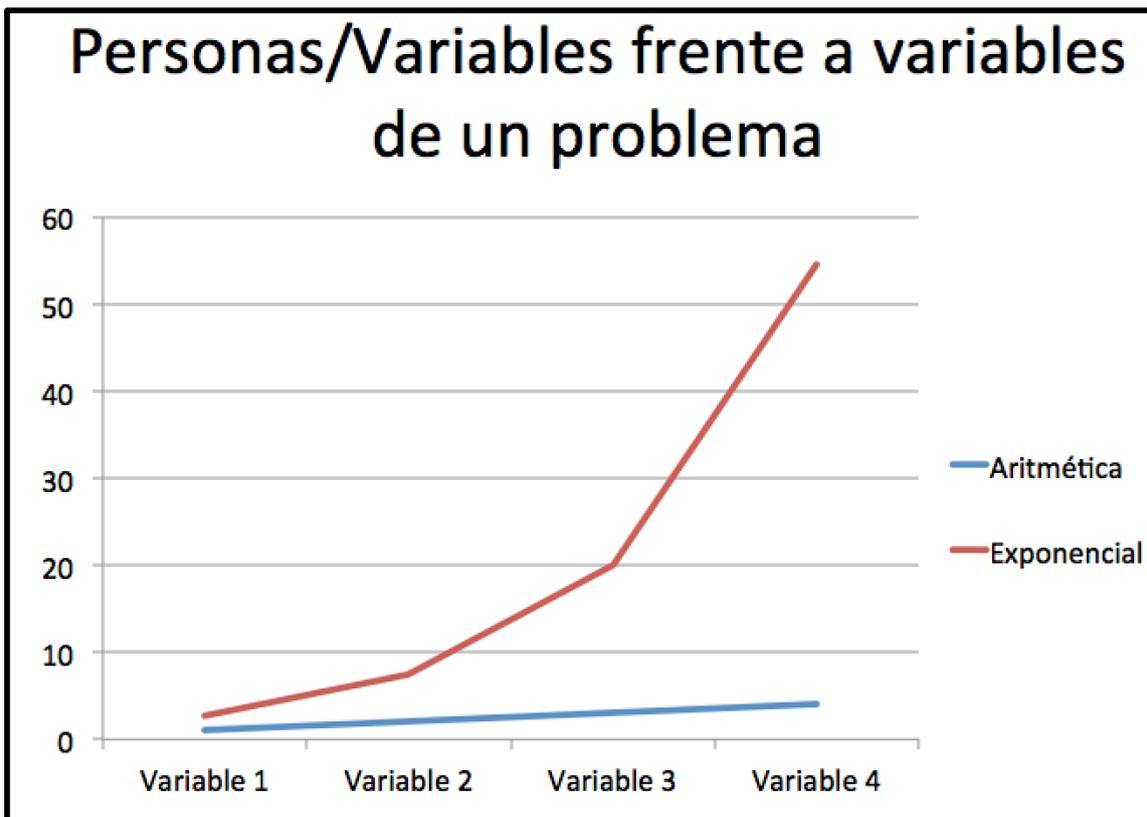


Figura 16

Elaboración: El Autor

Conforme se incrementa el número de personas o valores que intervienen en un problema, su resolución puede ser mucho más compleja que si solo se incrementa el número de variables.

Evidentemente, cuando entran los intereses en juego, la resolución de los problemas va a ser mucho más compleja. Estos intereses pueden resultar legítimos cuando provengan del conglomerado social al que la resolución del problema, en un sentido o en otro, vaya a afectar.

Por ejemplo, en el caso de la minería en Zamora-Chinchipe, existen muchos intereses y actores en juego. Por un lado, están los dueños y accionistas de las empresas mineras para quienes, con seguridad, la explotación de los yacimientos es legítima y, por lo tanto, debe hacerse. Por otra parte, están los administradores de la cosa pública entre los que ya se pueden apreciar criterios diferentes pero que se unificarán en función de los intereses del gobierno. Además, estarán los movimientos ecologistas y, finalmente, los ciudadanos que viven en la zona donde se producirá la explotación minera. A todos estos, si se trata de un *hot spot* de biodiversidad planetario, se sumarán los derechos de las generaciones futuras y, con ello, no solamente de los habitantes del Ecuador sino del planeta en su conjunto.

Las implicaciones que esto trae son inmensas. Se ponen en juego una serie de conceptos como el de soberanía, territorio, Estado-Nación, legislación nacional, etc. Entonces la cosa se puede complicar mucho más.

Para evitar todo este grado de complejidad sería mejor pensar en el tono de un problema que involucra, para una posible resolución, varias disciplinas científicas, dispuestas a trabajar de manera común y con un marco conceptual acordado que derive en la propuesta de una solución, lo más aceptable posible.

La transdisciplinariedad puede ser, para seguir con la definición orteguiana de principio, un elemento del cual se derivan una serie de consecuencias, si antecede el proceso de conformación de un programa de investigación.

Sería un axioma del cual se puede partir y con el que se puede iniciar un proceso de razonamiento, pero con la diferencia de que no interviene una sola persona, sino que está *bañado* con la coocurrencia de investigadores que irán derivando sus propias conclusiones a partir de sus campos de conocimiento, para terminar en una integración de lo deducido y proponer una solución conjunta.

La transdisciplina, así planteada, se convierte en una proposición fundamentada que permitirá unos procesos de deducción lógica en diferentes campos del conocimiento, unidos por una columna vertebral que se asienta en un modelo conceptual, consensuado entre los actores, y que implica un deseo de colaborar y aprender sobre campos en los que no se tiene mayor destreza.

Entonces se empiezan a configurar tres bases para considerarla como un principio:

- Primero, siguiendo a Kant, la necesidad de resolver problemas a los que no se puede abordar solamente desde una perspectiva empirista sino, necesariamente, racional.
- Segundo, el consenso necesario para decir que, en realidad, se trata de un principio.
- Tercero, su proceso sigue una secuencia lógica y no es una confluencia sin sentido de campos del conocimiento.

Desde algunas aristas estamos tocando lo que hemos visto, se denomina, en los tiempos que corren, como ciencia posnormal.

“«Post-normal science»’ (PNS) has received much attention in recent years, but like many iconic concepts, it has attracted differing conceptualizations, applications, and implications, ranging from being a «cure-all» for democratic

*deficit to the key to achieving more sustainable futures*⁶⁵ (Turnpenny, J., et. al., 2010, 1).

Este es un proceso bastante natural. No es poco común ver que especialistas en diferentes campos del conocimiento tengan intereses en otros que, a veces, son completamente *lejanos* al de su especialización. También suele ocurrir que, en el mundo universitario, se produzca una cierta especie de fertilización cruzada entre disciplinas cuando las relaciones personales entre investigadores son buenas.

Pero la idea de la ciencia posnormal no radica en dejar esto de manera aleatoria, sino en tratar de controlarlo e incentivarlo. Quizás uno de los ejemplos más característicos fue el surgimiento de las denominadas ciencias del clima.

*“The climate sciences have undergone significant changes in the past two decades. Originally the term “climate science” was little more than a blanket label for a number of related disciplines, including the likes of meteorology, oceanography, glaciology, some aspects of geography, and distinctive categories of earth sciences. For example, until the mid-1980s, the American Meteorological Society had no journal devoted specifically to climate. Papers addressing climate shared a common ground with applied meteorology, namely, the Journal of Climate and Applied Meteorology. Progress, however, was in the direction of a unified climate science: dynamical models of the atmosphere and ocean matured; global analyses techniques developed as conventional and remotely sensed data became available; and data sources became available from ice cores, from tree rings, and from lake characteristics. At times related issues were brought to public and political attention, as in the case of “rain making” or in the SST debates regarding the atmospheric impacts of large-scale supersonic transport. Typically, however, climate remained within the confines of academic pursuits. The products of the science were not politically or socially charged, and climate science might typically have been perceived as value-free curiosity driven research*⁶⁶” (Bray, D., Von Storch, H., 199, 439).

⁶⁵ «La ciencia postnormal» (PNS) ha recibido mucha atención en los últimos años, pero al igual que muchos conceptos icónicos, ha atraído diferentes conceptualizaciones, aplicaciones e implicaciones, que van desde ser un remedio para el déficit democrático hasta la clave para lograr futuros más sostenibles. Traducción del Autor.

⁶⁶ Las ciencias climáticas han experimentado cambios significativos en las últimas dos décadas. Originalmente, el término "ciencia del clima" era poco más que una etiqueta general para una serie de disciplinas relacionadas, que incluían meteorología,

Sin embargo, cuando se entendió la complejidad y las consecuencias que un problema como el clima podría tener, las cosas cambiaron dramáticamente.

Nadie podría concebir el mundo científico de hoy sin que estemos muy pendientes del cambio climático global, quizás unos de los grandes retos científicos, sociales y políticos que tiene nuestra generación sobre el planeta. Este, evidentemente, es un problema que se aborda desde una perspectiva transdisciplinar y que tiene enormes consecuencias para el planeta, sus habitantes presentes y las futuras generaciones. Un tema así es imposible que se vea desde una sola perspectiva o campo de conocimiento científico. Se debe abordar y, de hecho, se trabaja desde una gran variedad de perspectivas.

El tema es particularmente interesante pues, a cierta escala, el problema de la explotación minera en un sitio de inmensa biodiversidad puede tener consecuencias a nivel planetario.

Que se inicien las fases de explotación, en los proyectos Mirador y Fruta del Norte, en la Amazonía del sur del Ecuador, sin haber podido identificar plenamente todas las especies que existen en el sitio, debería producir una gran alarma mundial.

La solución al problema que planteamos, entonces, también está relacionada con la ciencia posnormal y, por supuesto, debe ser abordada de manera transdisciplinar.

Funtowitz y De Marchi (2003, 60) mantienen que, la ciencia *posnormal* “*es una perspectiva que ha de aplicarse cuando típicamente, los hechos son inciertos, hay valores en disputa, lo que se pone en juego es muy alto y las decisiones son urgentes*” y la definen como “*una estrategia de resolución de problemas apropiada a los problemas de gestión ambiental contemporáneos más importantes*” Es decir se refieren a sistemas complejos, entendidos como aquellos que no se pueden comprender desde una sola

oceanografía, glaciología, algunos aspectos de la geografía y categorías distintivas de las ciencias de la tierra. Por ejemplo, hasta mediados de la década de 1980, la Sociedad Meteorológica de Estados Unidos no tenía una revista dedicada específicamente al clima. Los documentos sobre el clima compartían un terreno común con la meteorología aplicada, a saber, el *Journal of Climate and Applied Meteorology*. El progreso, sin embargo, fue en la dirección de una ciencia climática unificada: modelos dinámicos de la atmósfera y el océano maduraron; técnicas de análisis globales desarrolladas a medida que se disponía de datos convencionales y de detección remota; y las fuentes de datos estuvieron disponibles a partir de núcleos de hielo, anillos de árboles y características del lago. En ocasiones, los problemas relacionados se trajeron a la atención pública y política, como en el caso de la "lluvia" o en los debates de la SST sobre los impactos atmosféricos del transporte supersónico a gran escala. Por lo general, sin embargo, el clima se mantuvo dentro de los límites de las actividades académicas. Los productos de la ciencia no tenían una carga política o social, y la ciencia del clima podría haber sido percibida como una investigación basada en la curiosidad sin valor. Traducción del Autor.

perspectiva⁶⁷ y, por lo tanto, requieren la concurrencia de varias disciplinas. Entonces estamos hablando de transdisciplinariedad.

Sin embargo, esta definición no se debe tomar como una reducción sólo a temas ambientales. Debe entenderse desde una amplia perspectiva que los problemas del ambiente conllevan: la social.

El tema del cambio climático, desde luego, tiene una arista científica significativa para su entendimiento, pero, para su solución, se requerirán de esfuerzos que salen del ámbito de las ciencias y entran en aspectos del convivir humano. Serán de extrema importancia las decisiones políticas, pero, también, el comportamiento del hombre en cuanto al uso de los recursos naturales. Con esto la educación entrará en juego y, desde ese momento, una nueva espiral de disciplinas.

Uno de los planteamientos de la transdisciplinariedad está justamente orientado a que los problemas que aborda la ciencia posnormal deben involucrar otros actores que no necesariamente provienen de ámbitos académicos.

Aunque esto suene bastante lógico, no necesariamente se aplica en la vida cotidiana. Es frecuente escuchar, por ejemplo, que las universidades están como encerradas en una urna de cristal, alejadas de su entorno social. Por otra parte, dentro del mundo universitario, también es frecuente escuchar que su organización responde a pequeños reinos de Taifas y no a un modelo organizativo donde primen la interacción y las relaciones departamentales.

Para Morin, E., (1977, 27) "*¿Se puede considerar como normal y evidente que el conocimiento científico no tenga sujeto y que su objeto esté dislocado entre las ciencias, desmigajado entre las disciplinas?*" Esto, naturalmente, no es así, por lo tanto, debemos "*resistir a la simplificación mutiladora*" y buscar horizontes diferentes donde las disciplinas confluyan.

Como hemos visto, para evitar la simplificación, pueden existir diferentes formas de

⁶⁷ Sobre la complejidad de los sistemas centrada en el problema de la relación entre ellos, puede revisarse los trabajos de Casti (1986).

confluencia disciplinar, pero, si queremos que, además de buscar una solución a un problema, obtengamos una fertilización cruzada entre diferentes campos del conocimiento, se torna interesante tener una visión transdisciplinar.

Los problemas complejos requieren, para su solución, de esta visión que puede traer un aporte conjugado de diferentes campos del conocimiento.

De manera gráfica, en una visión disciplinar, puede suceder que cada disciplina trate de dar solución a una parte del problema sin abordarlo completamente:

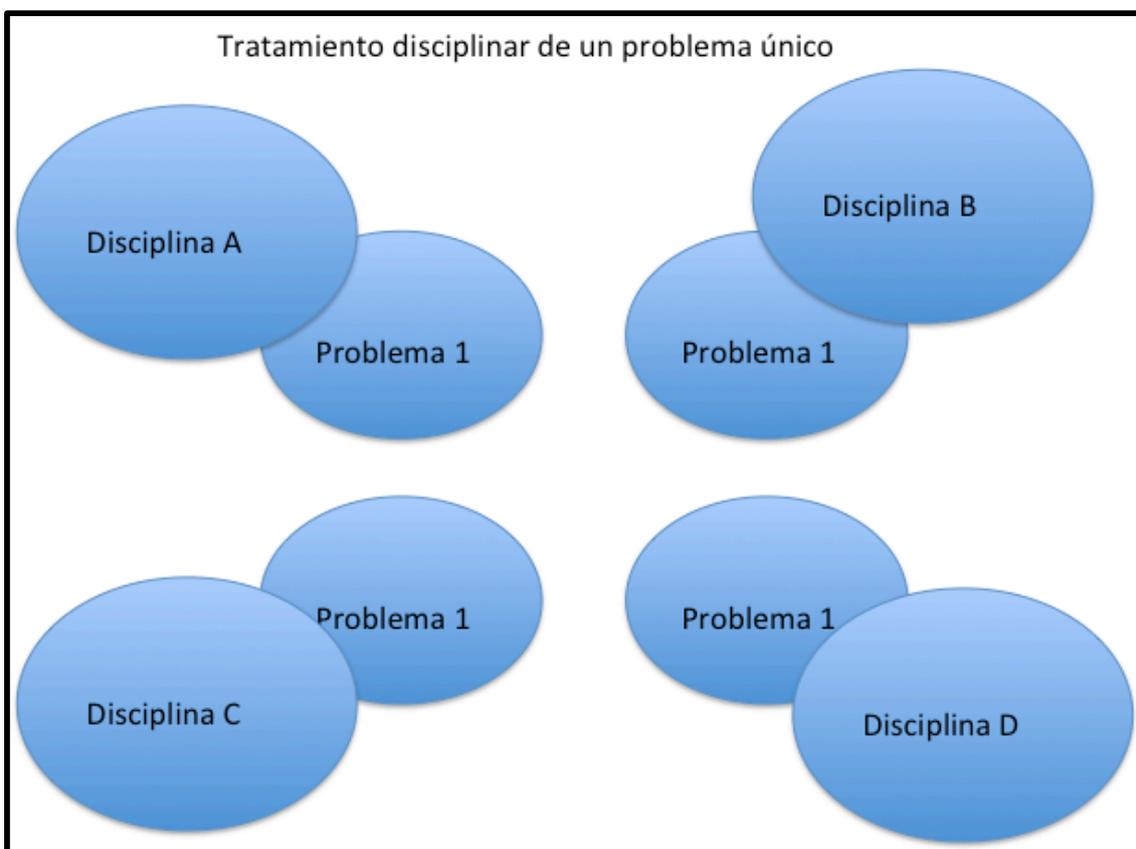


Figura 17

Elaboración: El Autor

En efecto, el problema puede resolverse de manera favorable, pero es improbable producir, a partir de esa experiencia, un crecimiento de las disciplinas. El modelo no promueve la relación, elemento fundamental para el desarrollo humano y, no se diga, para el crecimiento científico.

De hecho, las grandes inquietudes científicas suelen pasar por tratar de estudiar las relaciones. ¿Cuál es la relación entre la ingesta de azúcar y enfermedades como la diabetes? Seguramente es una pregunta que trabajan muchos equipos científicos, especialmente, médicos.

¿Cuánto afectan las relaciones interpersonales al comportamiento de los niños en el aula? Puede ser una pregunta que se aborde con frecuencia en el campo de la psicología clínica, educativa e infantil.

Sin embargo, cuando tratamos de expandir las relaciones a campos más amplios nos resulta mentalmente complicado.

No es frecuente que asociemos, por ejemplo, nuestro comportamiento diario con temas como el problema energético, el consumo de recursos no renovables y luego con derechos de generaciones futuras. El sistema educativo no nos prepara para entender los problemas en su dimensión más profunda, en su dimensión compleja.

Desde esa perspectiva nace la necesidad de crear nuevos paradigmas, que nos lleven a procurar entender, si bien no la resolución de los problemas, por lo menos acercarnos a la dimensión de su problemática y su complejidad.

Una visión transdisciplinar permitiría una solución conjunta del problema o, por lo menos, una cuantificación de su magnitud:

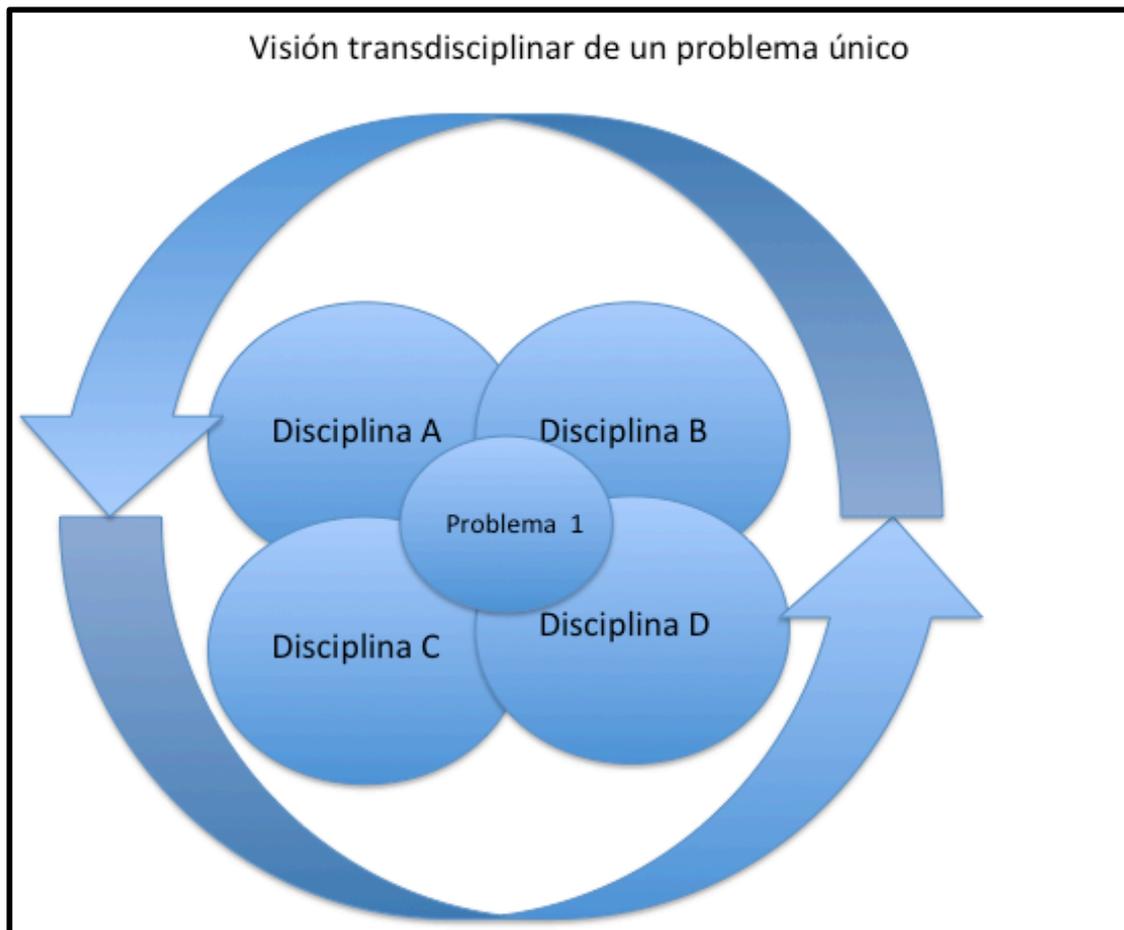


Figura 18

Elaboración: El Autor

Las fronteras disciplinares se transgreden para aunarse. Si esto es así, entonces, hay una especie de divorcio entre la forma de enseñar y desarrollar nuestro sistema científico y la forma de abordar y solucionar problemas complejos que sólo se puede superar si, a la formación disciplinar, le antecede el principio de la transdisciplinariedad.

El llamado se viene realizando no solo desde la filosofía de la ciencia, sino que, principalmente, desde las propias disciplinas. Son muchos los científicos que abogan por una mirada transdisciplinar de los problemas y con casos que, a veces, rayan lo urgente.

“The requirement for multiple disciplinarity is emerging at a time when pace and complexity of science and technology is accelerating, such as in the fields of bioinformatics, hydrogen fuel cells, and broadband infrastructure. Multiple

*disciplinary teams, with people trained in different fields, are common in complex environments such as research, health care, teaching, and public health*⁶⁸ (Choi, 2016, 358).

En efecto cada vez se habla más de *grupos de investigación* donde se plantea un problema y este trata de ser abordado desde diferentes perspectivas. Claro, no siempre se hace con la finalidad de que los campos disciplinares también amplíen su conocimiento ni tampoco se suele involucrar a otros actores ajenos al mundo académico.

Quizás por ello es destacable el proyecto de la Unión Europea «*What it means to be human. Origins and Evolution of Human Higher Cognitive Faculties*» (op. cit.), encabezado por Keith Stenning de la Universidad de Edimburgo, que nació como una iniciativa científica, pero, poco a poco, tomó otras connotaciones. De hecho, en una parte de su reporte cita:

“Even with a growing appetite for collaboration, there are still some very practical problems to overcome. Institutes and university departments are rarely multidisciplinary, and when they are, they tend only to integrate adjacent areas of investigation. As a result, mutual understanding among different areas of research can be very superficial and based primarily on indirect information. The problem of getting researchers from different disciplines into physical proximity is compounded by cultural clashes between disciplines. Scientists are inevitably focused. Their background, criteria, tools, etc., are almost always quite different, so that scientists from different areas have problems understanding each other. Rapid progress within a discipline means high competition, which requires precise focusing on discrete problems, to be tackled using well known technologies. Studies outside familiar niches of knowledge are therefore discouraged. Evaluation of research for grant applications is made by specialists, who are usually reluctant to commit to projects that extend beyond their own knowledge and understanding. And funding is often precisely

⁶⁸ El requisito de disciplinariedad múltiple está surgiendo en un momento en que el ritmo y la complejidad de la ciencia y la tecnología se está acelerando, como en los campos de la bioinformática, las células de combustible de hidrógeno y la infraestructura de banda ancha. Múltiples equipos disciplinarios, con personas capacitadas en diferentes campos, son comunes en entornos complejos como investigación, atención médica, enseñanza y salud pública. Traducción del Autor.

*allocated to research within specified disciplines*⁶⁹” (Stenning K., et. al., 2005, 25).

La problemática es real por eso se escuchan, cada vez más, voces para realizar un trabajo de carácter transdisciplinar, especialmente en temas que involucran a toda la sociedad.

Hasta ahora nos hemos concentrado en dos razones para considerar la transdisciplinariedad como un principio científico:

1. La posibilidad de resolver problemas complejos
2. El llamado que se hace desde diferentes perspectivas científicas; pero hay una tercera
3. Viene desde la propia necesidad y el, cada vez más, creciente deseo ciudadano de involucrarse en los problemas que lo afectan, tienen que ver con su entorno o con su futuro.

Los inmensos avances que la humanidad ha tenido en temas como el de alfabetización, conectividad, integración tecnológica, hace que las personas sean ciudadanos dentro de una aldea global.

La conciencia de que vivimos en un mundo único está latiendo especialmente en aquellos individuos que han superado, siguiendo la conocida escala de Maslow, las primeras instancias de la pirámide de necesidades.

⁶⁹ Incluso con un creciente apetito de colaboración, todavía hay algunos problemas muy prácticos que superar. Los institutos y departamentos universitarios rara vez son multidisciplinarios, y cuando lo son, tienden a integrar áreas adyacentes de investigación. Como resultado, la comprensión mutua entre las diferentes áreas de investigación puede ser muy superficial y basarse principalmente en información indirecta. El problema de acercar a los investigadores de diferentes disciplinas a la proximidad física se ve agravado por los choques culturales entre disciplinas. Los científicos están inevitablemente enfocados. Sus antecedentes, criterios, herramientas, etc. son casi siempre bastante diferentes, por lo que los científicos de diferentes áreas tienen problemas para entenderse entre sí. El rápido progreso dentro de una disciplina implica una alta competencia, que requiere un enfoque preciso en problemas discretos, que debe abordarse utilizando tecnologías bien conocidas. Por lo tanto, se desaconsejan los estudios que están fuera de nichos familiares de conocimiento. La evaluación de la investigación para las solicitudes de subvención es realizada por especialistas que, generalmente, son reacios a comprometerse con proyectos que van más allá de su propio conocimiento y comprensión. Y la financiación, a menudo, se asigna, precisamente, a la investigación dentro de disciplinas específicas. Traducción del Autor.

Esa misma conciencia produce una ciudadanía activa en nuevas formas de interacción, como las redes sociales, desde dónde se reclama participar en las decisiones que toman los gobiernos, en sus distintos ámbitos de competencias. Es verdad que también existe apatía en otros momentos del convivir social y democrático, como la participación en los momentos electorales, pero las redes sociales, como fenómeno, están suscitando un activismo sin precedentes.

Los mandatarios ya no se expresan a través de bandos, ni de remitidos en la prensa, y, cada vez menos, a través de «*pronunciamentos oficiales*» en la televisión. Usan las redes sociales.

Personajes como Donald Trump, Mariano Rajoy, Pedro Sánchez o, en el caso ecuatoriano, Rafael Correa o Lenín Moreno, se pronuncian, mantienen polémicas e interactúan en *Twitter*. En sus cuentas también los ciudadanos opinan sobre temas que consideran pueden afectarlos.

Pero esto también pasa en temas científicos. Recientemente, con el desarrollo de los automóviles guiados por ordenador, se han producido grandes debates planetarios en temas que están más bien relacionados con la ética. El dilema es que se tendría que programar al automóvil para que, en el caso de un accidente, priorice la vida del peatón o la de los tripulantes del auto. O, a su vez, decida tener un orden de prioridades el momento de preservar una vida. En caso de siniestro, quien debe encabezar es la lista, ¿los niños? ¿los ancianos? ¿las madres embarazadas?

No sabemos cómo irá a terminar esto, pero los desarrolladores del Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT, han lanzado una especie de encuesta a nivel planetario para tratar de orientar mejor sus decisiones. También han pedido el concurso de filósofos para procurar entender mejor el reto que enfrentan.

En temas ambientales quizás las cosas son más evidentes. Cuando se trata de aspectos que pueden afectar ciertos elementos de la naturaleza, como la pervivencia de especies, las redes sociales se vuelven verdaderas cajas de resonancia social en las que, el ciudadano, reclama el derecho a participar en la toma de decisiones que le afectan directa o indirectamente.

Hay temas mucho más complejos que aún no han llegado al debate social pero que, con seguridad, el momento que se vuelvan *populares* serán sujetos de todo tipo de intervención y reclamarán una participación que vaya más allá del debate científico - filosófico.

Siguiendo a Galparsoro, J. (2014) existe, por ejemplo, un contrapunto entre las visiones de «*transhumanistas*» e «*hiperhumanistas*» y la reciente postura del «*antropodescentrismo*». Este tema implica un amplio debate entre los defensores de una evolución humana conducida y previamente pensada (los transhumanistas) y un respeto a lo que podríamos calificar como la *esencia* del ser humano (los hiperhumanistas). Frente a ello una visión que apela a no tomar posturas radicales y entender a la cultura, y con ello los productos del ser humano, como algo que es parte de él (*antropodescentrismo*).

“La de Marchesini es, pues, una propuesta que podemos situar en el marco más general de la posición en favor de la naturalización del hombre y, por añadidura, de la naturalización de la cultura. Esta concepción considera la relación con la alteridad del hombre como una oportunidad no sólo positiva, sino incluso necesaria para él. Abogar por que el hombre se encierre en sí mismo sería tanto como ir en contra de su propia naturaleza, y contribuiría más a acelerar su final que a desarrollar todas sus posibilidades. El hombre no ha de temer, pues, perder su propia esencia si se hibrida con la alteridad. Para Marchesini, renunciar a esta hibridación es lo que precisamente conduciría al hombre a renunciar a ser eso que potencialmente, por su propia naturaleza, puede llegar a ser. Por tanto, no se puede apelar a una presunta naturaleza humana inalterable para negar tal hibridación porque, con ello, lo que se está haciendo es precisamente negar lo que constituye una de las características fundamentales de la naturaleza humana, a saber: la de mover constantemente sus límites. El término «posthumano» puede entenderse, a la manera de los defensores del «transhumanismo», de un modo radical: como el deseo del nacimiento de una nueva especie biológica heredera de la nuestra. O puede entenderse, a la manera de Marchesini o de Sloterdijk, de otro modo, tal vez más nietzscheano: lo «posthumano» no sería lo propio de una nueva especie

biológica, diferenciada de la nuestra, sino una manera de ser humano que hoy no es reconocida como tal. Representaría una ampliación de los límites de lo que se considera hoy que es lo propio del hombre” (Galparsoro, J., 2014, 168-169).

Un tema como este, evidentemente no podrá resolverse desde una sola perspectiva científica y, necesariamente, va a involucrar un amplio debate social. Habrá que sacarlo de los laboratorios de los científicos y de los despachos de los filósofos, para conjugarlo con la opinión de la gente. O, simplemente, la gente lo exigirá. Existirán argumentos de todo tipo, desde religiosos, éticos, ideológicos, como bien lo propone Galparsoro, pero tendremos que trascender las fronteras disciplinares.

Las democracias modernas, especialmente aquellas que pretenden calificarse como participativas, requieren una intervención de los ciudadanos en los temas complejos. De alguna manera la resolución de los problemas, en una vía o en otra, se encarga al votante. En temas, como el que hemos descrito, seguramente, en los próximos años veremos interesantes debates.

Es lo que sugiere Oscar González, en un manuscrito preparado con fines didácticos:

“Las preguntas filosóficas aparecen también como una vía adecuada para abordar la filosofía como un bien en el que todos los hombres nos podemos reconocer. No se trata ahora de plantear los temas básicos de la disciplina filosófica históricamente sino plantearla mediante problemas vitales que, sin embargo, necesitan preparación y ejercicio”. (González, O. Manuscrito, 5).

Es que evidentemente, como dice el propio González, en el ámbito del cuestionamiento nos reconocemos todos los humanos. Preguntar y debatir sobre los temas que involucran nuestro futuro no es una propiedad exclusiva de las ciencias o la filosofía. Es inherente a todos, por lo tanto, cuando hablamos de la resolución de problemas complejos, se debe trascender las disciplinas y escuchar a los interesados. La ciencia y la filosofía deben abrir sus puertas y dar la bienvenida a opiniones de *profanos* que algo tendrán que decir sobre su propio presente y futuro.

Es el sentido propio de la democracia. No podemos concebir un mundo donde sólo los expertos o los políticos tomen decisiones que involucren nuestra vida.

El sentido transdisciplinar es, justamente, integrativo en cuanto a los actores que están inmersos dentro de un problema. Por ello, además de pretender agrupar otras disciplinas, procurando su propio crecimiento, su integración de conocimientos y metodologías, busca involucrar personas que no estén en el mero ámbito científico. Esta, quizás, es una de las razones más poderosas para considerarla como principio.

3.3. Consenso sobre transdisciplinariedad como principio

La filosofía siempre ha reclamado un carácter primordial con relación a la ciencia. Su función de cuestionar las certezas y su visión, más allá de una concentración disciplinar, de alguna manera, han sido parte de su quehacer permanente.

“De ocupar un lugar privilegiado en el que la filosofía fundamentaba y daba sentido a los demás saberes, la filosofía pierde ese estatuto y el carácter irrenunciable de disciplina sustantiva respecto a las ciencias. Según el precepto aristotélico la filosofía debía ocuparse de la ciencia primera (el ser) y de los resortes esenciales de lo existente. La forma de entender y ejercer la filosofía comienza a cambiar a finales del XIX y comienzos de XX con el nacimiento de la lógica renovada y obligada a reconsiderar la nueva geografía de los saberes recién dibujada por las ciencias emergentes y comandadas principalmente por la física” (González. O. op. cit., 7-8).

El papel de la filosofía, como ente cuestionador, pero, a la vez, integrador del pensamiento y sus distintas corrientes, ha estado presente desde sus tempranos inicios. La función disciplinar que, en realidad, empieza con Aristóteles (cf. González, O., op. cit.) nunca tuvo la intención de fragmentar el conocimiento, sino de facilitar el estudio de las cosas.

Por ello, han sido varios los intentos integradores que se han hecho. Muchos han pretendido generar una teoría general sobre el mundo y sus problemas. Ese no es el caso de la transdisciplinariedad.

Esta pretende, de una manera mucho más humilde, una transgresión de las fronteras disciplinares, en pos de respuestas mejor elaboradas para problemas con ciertos grados de complejidad.

“Actualmente las ciencias (tecno-ciencias) determinan el panorama intelectual e influyen en la reflexión sobre la condición humana. Esa actitud filosófica sobre la que ya se ha hablado, basada en el cuestionamiento, obliga precisamente por

esa razón a pensar las diferentes disciplinas. Más que reflexionar sobre el fundamento de las ciencias se impone pensarlas desde otro ángulo. Se trata de pensar la relación que guarda con nosotros y las propias disciplinas entre sí, su impacto en los diferentes ámbitos, etc.

Porque la filosofía es contingente como todo saber, podemos establecer las relaciones con otros modos de conocer sin hacer distinciones fundamentales” (González, O. op. cit., 8).

En efecto, este llamado a repensar las disciplinas y su dimensión relacional, entre ellas y con la gente, a la que, finalmente, afectarán, es uno de los pilares del pensamiento transdisciplinar.

La respuesta a preguntas, especialmente aquellas que no pueden tener respuestas sencillas, aunque empiece con la subjetividad de quién las formula, no puede quedarse en ello sino vincularse con el mundo exterior que puede proporcionar evidencia, tanto para su resolución como para entender la dimensión social, espacial y temporal en la que es formulada.

Por otra parte, no se puede dejar de lado el hecho de que el pensamiento, tanto filosófico como científico, son, naturalmente, lenguaje. Aunque existió mucha polémica sobre el *rigor*, especialmente cuando se entendía como una fundamentación evidente, desde el siglo pasado hay una especie de acuerdo en ese sentido. Sin embargo, conforme se profundiza el conocimiento de los distintos campos disciplinares, el lenguaje se empieza a tornar irreconocible entre diferentes disciplinas.

Sobre esto también existe un llamado casi permanente para hacer que los distintos campos del conocimiento puedan entenderse de mejor manera y ¿por qué no? evitar duplicar esfuerzos.

Para ello es necesario proponerse objetivos comunes.

Con la «*Carta de la Transdisciplinariedad*», en nuestro caso, demuestra un evidente consenso en torno a algunos postulados importantes, entre ellos el de la propia

transdisciplina como un principio necesario para potenciar el desarrollo de la ciencia y, con ello, la respuesta a los problemas humanos quizás más urgentes y necesarios.

En su primer artículo señala que *“Toda tentativa de reducir al ser humano a una definición y de disolverlo en estructuras formales, cualesquiera que sean, es incompatible con la visión transdisciplinaria”* (De Freitas, L. Morin, E. Nicolescu, B. et. al, 1994).

La necesidad de abordar temas complejos, como la definición de ser humano, va más allá de la visión de una sola disciplina científica, buscando algo más holístico que, necesariamente, debe transgredir las fronteras disciplinares.

Sin embargo, el mismo documento dice:

“La transdisciplinariedad complementa el enfoque disciplinario. Hace emerger de la confrontación de las disciplinas, nuevos resultados que se articulan entre ellos; nos ofrece una visión de la Naturaleza y de la Realidad. La transdisciplinariedad no busca el dominio de varias disciplinas sino la apertura de todas a lo que las atraviesa y las sobrepasa” (De Freitas, L. Morin, E. Nicolescu, B. et. al, 1994, 2).

Es decir, el llamado para el consenso a esta forma de entender la ciencia, no pretende, ni mucho menos, una ruptura de los fundamentos disciplinares gracias a los cuales la humanidad ha tenido un progreso quizás impensado unos cuantos siglos atrás.

Existe una visión común sobre la idea de que, la formación disciplinar de las ciencias, no puede ser mutiladora y que los problemas que deben resolverse de manera íntegra. Con ello se configura un principio que, sin dejar de lado las disciplinas, a la vez las transgreda y aúne.

“Multidisciplinarity draws on knowledge from different disciplines but stays within their boundaries. Interdisciplinarity analyzes, synthesizes and harmonizes links between disciplines into a coordinated and coherent whole. Transdisciplinarity integrates the natural, social and health sciences in a

humanities context, and transcends their traditional boundaries”⁷⁰ (Choi, B., Pak, A., 2006, 355).

La visión transdisciplinar pretende aunar los esfuerzos de diversas disciplinas y de ciencias que, normalmente, se ven tan lejanas como las denominadas ciencias duras y las humanidades.

En el prólogo de un libro editado por Julie Thompson Klein, el Secretario de Estado para la Ciencia de Suiza, Charles Kleiber, hacía un llamado al trabajo del mundo científico de una manera conjunta entre las diferentes disciplinas:

“What kind of science do we need today and tomorrow? In a game that knows no boundaries, a game that contaminates science, democracy and the market economy, how can we distinguish true needs from simple whims of fashion? How can we distinguish between necessity and fancy? How can we differentiate conviction from opinion? What is the meaning of this all? Where is the civilizing project? Where is the universal outlook of the minds that might be capable of counteracting the global reach of the market? Where is the common ground that links each of us to the other”⁷¹” (Kleiber, Ch., 2000, xiii).

Luego comentaba la profunda interacción que puede existir entre diferentes campos del conocimiento y como el crecimiento y desarrollo de unos puede afectar a otros. Y no le falta razón. En los tiempos que corren, los avances metodológicos o conceptuales en una disciplina, pueden afectar a otras incluso sin quererlo. La idea de la transdisciplinariedad es, justamente, hacer que esto sea meditado e impulsado en los diferentes programas de investigación.

⁷⁰ La multidisciplinariedad se basa en el conocimiento de diferentes disciplinas, pero se mantiene dentro de sus límites. La interdisciplinariedad analiza, sintetiza y armoniza los vínculos entre las disciplinas en un todo coordinado y coherente. La transdisciplinariedad integra las ciencias naturales, sociales y de salud en un contexto de humanidades y trasciende sus límites tradicionales. Traducción del Autor.

⁷¹ ¿Qué tipo de ciencia necesitamos hoy y mañana? En un juego que no conoce fronteras, un juego que contamina la ciencia, la democracia y la economía de mercado, ¿cómo podemos distinguir las verdaderas necesidades de los simples caprichos de la moda? ¿Cómo podemos distinguir entre necesidad y fantasía? ¿Cómo podemos diferenciar la convicción de la opinión? ¿Cuál es el significado de todo esto? ¿Dónde está el proyecto civilizador? ¿Dónde está la visión universal de las mentes que podría ser capaz de contrarrestar el alcance global del mercado? ¿Dónde está el terreno común que nos une a cada uno de nosotros al otro? Traducción del Autor.

Esta noción se asienta también sobre hechos contemporáneos como la globalización. La conciencia planetaria de que habitamos en un mundo único, profundamente interrelacionado, donde las acciones de unos pueden afectar a todos, donde la polución, producida en cualquier parte, afectará incluso a los lugares más remotos del planeta; hace que se reclame una acción conjunta de las ciencias para solventar sus problemas. De hecho, la propia Carta de la Transdisciplinariedad también lo pide:

“El reconocimiento de la Tierra como nuestra patria es uno de los imperativos de la transdisciplinariedad. Todo ser humano tiene derecho a una nacionalidad, pero como habitante de la Tierra es también un ser transnacional. El reconocimiento por el derecho internacional de esta doble pertenencia, a una nación y a la Tierra, es una de las metas de la investigación transdisciplinaria”
(De Freitas, L. Morin, E. Nicolescu, B. et. al, 1994, 3).

Pero este alegato también conforma un llamado a la unidad de las humanidades con las ciencias y propone objetivos inmensos a la investigación de carácter transdisciplinar.

La Conferencia Internacional sobre la Transdisciplinariedad, realizada en Suiza en el año 2000 y en la que participaron setecientos investigadores provenientes de todo el mundo, hacía un llamado a favor de esta forma de ver las cosas.

“The International Transdisciplinarity Conference in Zurich was a defining event in the evolution of a new discourse of transdisciplinary problem solving. The new discourse is linked historically with a new climate for participatory research on sustainability problems, changes in the nature of disciplinary research, and the emergence of new knowledge fields. The state-of-the-art represented by the conference is a truly global platform for future research and collaborative problem solving⁷²” (Klein, J., 2001, 35).

⁷² La Conferencia Internacional de Transdisciplinariedad en Zurich fue un evento definitorio en la evolución de un nuevo discurso de resolución transdisciplinaria de problemas. El nuevo discurso está vinculado históricamente con un nuevo clima para la investigación participativa sobre problemas de sostenibilidad, cambios en la naturaleza de la investigación disciplinaria y la aparición de nuevos campos de conocimiento. El estado del arte representado por la conferencia es una plataforma verdaderamente global para la investigación futura y la resolución de problemas colaborativos. Traducción del Autor.

La clave está en las palabras «*investigación participativa*» y «*sostenibilidad*». En efecto, de eso se trata el esfuerzo transdisciplinario: Sobre ello se está desarrollando un amplio consenso mundial. El reto es lograr que, en los procesos de investigación, cada vez participe más gente, incluso no del mundo científico, que puedan aportar a la resolución de problemas para, con ello, buscar sostenibilidad. Es, quizás, el gran reto de esta forma de abordar el mundo de la investigación.

La misma Klein (2000) luego de la conferencia anunciaba que hay un cierto acuerdo en cuanto a algunos fundamentos del proceso disciplinar y sostenía que debe estar orientada a problemas y soluciones, en problemas que presenten complejidad, y heterogeneidad. También es necesaria la participación de partes interesadas, usuarios y tomadores de decisiones. Debe existir colaboración, cooperación, asociación negociación, aprendizaje mutuo, solución conjunta de problemas, interdisciplinariedad, creación de fronteras, integración, holística.

El núcleo de la idea de la transdisciplinariedad es el trabajo conjunto de distintos campos del conocimiento, donde los profesionales trabajan juntos para resolver un problema del mundo real. Se puede aplicar en gran variedad de campos. La investigación transdisciplinaria es un tipo adicional dentro del espectro de la investigación y coexiste con la investigación mono-disciplinaria tradicional. El sistema de ciencia es el sistema de conocimiento primario en la sociedad. La transdisciplinariedad es una forma de aumentar su potencial intelectual no realizado y, en última instancia, su eficacia. (cf. Klein, et. al., 2000, 4).

Esto se logra cuando los proyectos de carácter transdisciplinar tienen metas claras y compartidas entre las disciplinas que participan del programa de investigación. Hay un aspecto sobre el que también existe un gran consenso internacional: la administración debe ser competente para facilitar la creatividad y minimizar la fricción entre los miembros de un equipo. Los interesados deben participar desde el principio y mantenerse interesados y activos durante todo el curso de un proyecto. El aprendizaje mutuo es el proceso básico de intercambio, generación e integración de conocimientos existentes o en desarrollo en diferentes partes de la ciencia y la sociedad. (Ibid, 4).

“For important challenges, such as sustainability, expertise is not restricted to academic circles alone. North-South relations, new forms of business and labor, and rearrangements in our environment are required. Other parts of society must be involved as well, including industry, business, public administration, and non-governmental organizations (NGO's). Three forces - complexity, high intensity of conflicts and "language barriers" - reinforce the necessity of transdisciplinarity. It is an essential tool for creating new insights that lead to new solutions and engage creative processes of mutual learning, not just a peripheral approach⁷³” (Klein, J., et. al., 2000, 8).

Por ello planteamos que, a un problema tan complejo, como el de la explotación minera en el sur del Ecuador, no se le puede proponer una solución que provenga de una sola disciplina. También se debe incluir a otros actores como los moradores de la zona, los administradores del sector público y los que toman las decisiones, en todos los niveles.

En este tema se aúnan las tres fuerzas que señala Klein:

1. Complejidad: El problema de Zamora-Chinchipe es altamente complejo pues son muchos los actores en juego y los valores que se disputan. Incluso para el Estado central constituyen proyectos de carácter estratégico para el desarrollo nacional, por los recursos económicos que se inyectarían a la economía del todo el Ecuador no solo de la zona donde se desarrollaran los proyectos “Fruta del Norte y “Mirador”.
2. Alta intensidad de conflictos: La implantación de los proyectos ha traído un aumento en los conflictos entre moradores y administradores de los proyectos mineros, especialmente en los relacionados con el cobre. Diario El Comercio, el rotativo más influyente de Ecuador, reseña algunos de estos hechos:

⁷³ Para desafíos importantes, como la sostenibilidad, la experiencia no se restringe solo a los círculos académicos. Se requieren relaciones Norte-Sur, nuevas formas de negocios y trabajo, y reordenamientos en nuestro entorno. También deben participar otras partes de la sociedad, incluidas la industria, las empresas, la administración pública y las organizaciones no gubernamentales (ONG). Tres fuerzas - complejidad, alta intensidad de conflictos y "barreras idiomáticas" - refuerzan la necesidad de transdisciplinaria. Es una herramienta esencial para crear nuevos conocimientos que conducen a nuevas soluciones e involucrar procesos creativos de aprendizaje mutuo, no solo un enfoque periférico. Traducción del Autor.

“Un conflicto de tierras con los pobladores de dos parroquias del cantón El Pangui, en Zamora, se presenta como un obstáculo al avance del proyecto minero Mirador. Este tiene reservas certificadas por 5 000 millones de libras de cobre, que al precio actual representan USD 14 600 millones. Está a cargo de la empresa china Ecuacorriente (Ecsa). El contrato para la explotación del área se firmó entre la compañía y el Estado ecuatoriano el 5 de marzo del 2012 y tenía previsto comenzar a producir a finales de este año⁷⁴”.

Tres investigadores que trabajan conjuntamente con el Observatorio de Conflictos Socio-Ambientales de la Universidad Técnica Particular de Loja, institución educativa muy cercana al área del conflicto, señalaban:

“Se presenta la opción de minería a gran escala de forma responsable, apoyándose en una supuesta disminución de los impactos ambientales en su proceso de explotación. Este proceso ha causado una importante polarización en el debate sobre las bondades de la minería a gran escala en el cantón El Pangui a través del Proyecto Mirador, y condiciona la percepción de los distintos aspectos de la minería (económicos, sociales y ambientales) en su población” (Sánchez, L., et. al., 2016, 23).

Esta diferencia de percepciones genera conflicto, y esto, evidentemente, aumenta la complejidad del problema.

3. Barreras idiomáticas: Este tercer tema también se plantea en el problema puesto que la zona donde se trabajan los proyectos mineros, es una zona cuya población originaria tiene idiomas distintos al español.

“El enclave del Proyecto Mirador incluye territorio Shuar dentro de su zona de alcance. La nacionalidad indígena Shuar es una etnia de origen milenario, conocidos también como Jibaros, que han habitado tradicionalmente la región sur-oriental amazónica ecuatoriana, y por ello se consideran “dueños” legítimos de ese territorio. Las poblaciones Shuar han estado afectadas por este

⁷⁴ Este contenido ha sido publicado originalmente por diario “El Comercio” de Quito, en la siguiente dirección: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/conflicto-de-tierras-impide-avance.html>. Consultado por el Autor el 13 de noviembre de 2017.

tipo de conflictos desde la ocupación de la zona a finales del siglo XIX por parte de misioneros católicos, colonos dedicados a la agricultura y ganadería, mineros artesanales, e incluso del ejército durante los conflictos entre Ecuador y Perú en el siglo XX” (Sánchez, L., et. al., 2016, 23).

Los Shuar, que vienen luchando siglos por sus territorios, tienen como lengua el Schuar-chicham, hablada por unas ochenta mil personas, especialmente en las provincias del sur-oriente ecuatoriano, lugar donde están los dos proyectos mineros principales del País.

“SHUAR-ACHUAR CHICHAM. Los historiadores tradicionales lo conocen también además como lengua “jívara”. El número de hablantes de esta lengua en Ecuador es de unos 80 mil hablantes. En el Perú existen cerca de veinte mil hablantes. En el país están ubicados en Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Pastaza. Recientemente hay grupos en Napo, Sucumbíos y también en algunas provincias de la Costa. Esta característica de los Shuar de vivir unidos en centros ha permitido mantener la cultura y luchar por algunos de sus derechos como la Educación Intercultural Bilingüe, el acceso a la tierra, etc. Un dialecto importante del Shuar-chicham (‘lengua de la persona’) es el achuar. La palabra achuar parece provenir de <achu> - morete y <shuar> - hombre. Entonces <achu shuar> podría significar ‘hombre de los moretales’ (el morete es una palmera de fruto comestible). El dialecto achuar se habla en las zonas fronterizas con Perú de las provincias de Morona Santiago y Pastaza. Existe una importante variación lexical entre los dialectos shuar y el dialecto achuar. Por ejemplo, en el número tres en shuar se dice /menaint/, en tanto que en achuar se dice /kampata/, el cuatro en shuar es /aintiuk/, en achuar es /chinduk-chinduk/, etc. Cabe destacar que dentro del dialecto shuar existen varios subdialectos entre lo que podría llamarse el habla del sur (Bomboiza, Zamora, etc.) y el habla del norte (Sucúa, Chiguaza, etc.). También existe otro subdialecto, en la provincia de Pastaza conocido como shiwiar. (Mejenat, L., 2001, 7-8).

Entonces si es que existe un cierto consenso mundial, como reflejan los resultados de la Conferencia sobre Transdisciplinariedad de Zúrich y, entre ellos, se proponen tres características de problemas que ameritan un tratamiento transdisciplinar, como la complejidad, la conflictividad y las barreras idiomáticas, el caso propuesto para nuestro análisis cumple con todas ellas.

En los tiempos actuales, se ha retomado un significado de la transdisciplinariedad que fue evidente a fines de la década de 1980, especialmente, en los contextos suizo y alemán, que viene desde la retórica de «ir más allá del conocimiento disciplinar a investigación orientada a problemas y soluciones combinada con enfoques participativos. (cf. Klein, J. et. al, 2000).

Siguiendo a Gibbons (1994) «*transdisciplinario*» es una palabra relativamente nueva, y se puede entender como el concepto de abordar problemas concretos de la sociedad y de encontrar soluciones en cooperación con científicos y otros actores que tengan experiencia en el tema. El surgimiento de la sociedad de la información, con sus consecuentes, cambios sociales y económicos, ha fomentado una nueva democratización del conocimiento y la participación de las industrias en la producción y gestión del conocimiento. Es indudable que también participan muy activamente en la producción de conocimiento nuevo las agencias estatales y los organismos internacionales.

Un ejemplo de ello es el propio centro suizo para la investigación transdisciplinar, pero también agencias altamente especializadas como las norteamericanas. Por ello, resulta un poco irónico que, para resolver problemas que tienen un elevado grado de complejidad, estos actores queden fuera de las propuestas de solución.

En la zona donde se produce el problema, el Estado ecuatoriano ha creado y mantiene el Instituto para el Ecodesarrollo de la Región Amazónica (ECORAE), un organismo público cuyos recursos, en buena parte, provienen de las rentas petroleras. Esta institución genera una serie de documentos y algo tendrá que decir sobre el problema.

Otros actores importantes también serán los gobiernos provinciales, cantonales e incluso parroquiales. El Ecuador, según su régimen constitucional, tiene una función ejecutiva

que descentraliza parte de sus obligaciones en gobiernos seccionales. Geográficamente está organizado por provincias que, a su vez están constituidas por cantones, que se conforman por parroquias, siendo estas últimas las más cercanas a la gente:

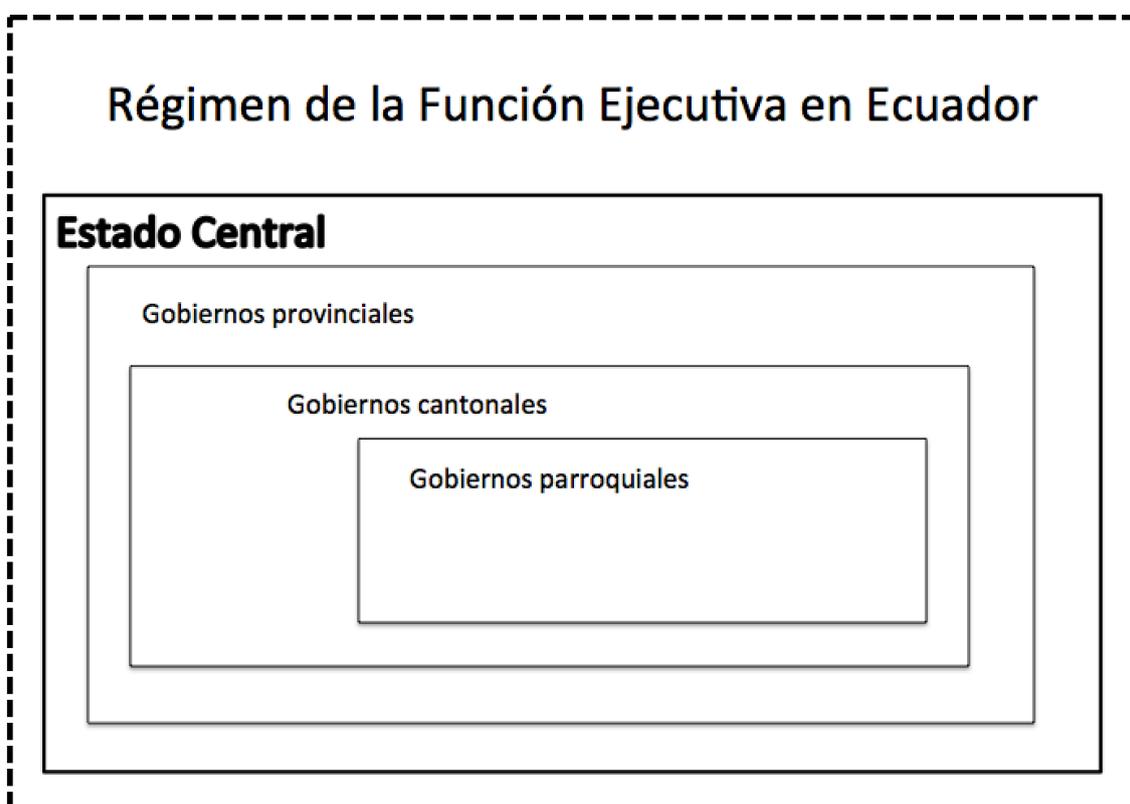


Figura 19

Elaboración: El Autor

Entonces va muy bien este consenso del espíritu de la transdisciplina porque un problema así debería abordarse de manera coordinada por todas estas entidades de la función ejecutiva. *“The new discourse marks the convergence of sustainability research and participatory methods with a new commitment to multi-sectoral collaboration”⁷⁵* (Klein, J., et.al., 2000, 8). La colaboración multi-sectorial en procesos de investigación, especialmente los relacionados con este tipo de problemas, parece ser una de las grandes aportaciones del pensamiento transdisciplinar.

⁷⁵ El nuevo discurso marca la convergencia de la investigación de la sostenibilidad y los métodos participativos con un nuevo compromiso con la colaboración multisectorial. Traducción del Autor.

Siguiendo a la misma Klein, et. al. (2000), la investigación transdisciplinaria es una forma de investigación y de acción. La participación y los ciclos de aprendizaje deben comenzar desde el inicio del proceso. La participación personal de los participantes en la planificación y la práctica del proceso de producción de conocimiento es más efectiva que en modelos anteriores en los que, los expertos, primero producen conocimiento y luego enseñan a «los demás». Si los grupos involucrados se «apropian» de los resultados de una nueva «investigación común», las posibilidades de seguimiento para la aceptación y la toma de decisiones mejoran y se crean nuevas condiciones.

Pero, en la misma conferencia de Zúrich, también se ha generado consenso en cuanto a los límites que la propia transdisciplinariedad tiene. Los límites sociales son los procesos que consumen mucho tiempo, la falta de apertura en ciertas instancias que están involucradas en el proceso que se investiga, el peligro de que la propia actividad se convierta en mero objeto de estudio y no se trabaje por una solución eficaz, unos productos que siempre van a depender del contexto, el peligro de la instrumentalización de los resultados para favorecer determinadas causas, y el esfuerzo que representa la socialización disciplinaria entre los científicos.

También se consensuaron las fortalezas de trabajo transdisciplinar. Sirve, eficazmente, para prever problemas o detectarlos de manera temprana. Es una herramienta eficaz en el proceso de democratización de la ciencia. Conlleva un proceso de robustecimiento social del conocimiento al integrar varios actores. Permite una mejor contextualización de los problemas. Acelera la implementación de las propuestas por la mayoría de actores que tienen que ver con la resolución han participado del proceso. Integra diferentes tipos de conocimiento y produce nuevos para la sociedad y la ciencia. (cf. Klein, J., et. al., 2000, 10).

Otro de los grandes logros de la Conferencia en Suiza, fue el saber donde era necesaria la transdisciplinariedad. Los campos en los que debe actuar.

“Where is Transdisciplinarity Needed? Transdisciplinarity is needed in many areas:

- *in fields of great human interactions - such as agriculture, forestry, large technical interventions, industry, traffic, and megacities - with natural systems - such as water, soil, vegetation, atmosphere; and in the management of those natural resources;*
- *in fields of major technical development such as nuclear- and bio-technology, genetics, and transport systems, where early participation for clear views of possible consequences and public acceptance is essential in the development context, where reflective action is crucial⁷⁶*” (Klein, J., et. al., 2000, 11).

Entonces, para el problema de la minería a gran escala en el Sur del Ecuador, podría dar respuestas integradas, puesto que estamos hablando de una gran intervención técnica, industria, manejo de recursos naturales, agua, suelo vegetación atmósfera, agricultura, silvicultura, interacciones humanas, e incluso ¿por qué no? darnos una visión clara de las posibles consecuencias de esta acción humana.

Bien se podría alegar que no se trata de un consenso, sin embargo, hay que decir que solo en la conferencia de Zúrich participaron setecientas personas de más de cincuenta países, y se habló no solo de una cooperación intra-europea sino también de la cooperación entre norte y sur.

El llamado para actuar de una manera transdisciplinar también ha sido amplio desde la visión de la sostenibilidad. En efecto, ese es uno de los campos que más interés demuestran por una acción transdisciplinar del mundo científico.

“To produce reliable knowledge for societal strategies about future possible developments, research has to reflect the diversity, complexity and dynamics of the related processes as well as their variability between concrete problem situations. By ‘diversity’ we mean that empirical dimensions relevant to describe

⁷⁶ ¿Dónde se necesita transdisciplinariedad? La transdisciplinariedad es necesaria en muchas áreas:

- en campos de grandes interacciones humanas, como agricultura, silvicultura, grandes intervenciones técnicas, industria, tráfico y megaciudades, con sistemas naturales, como agua, suelo, vegetación, atmósfera; y en el manejo de esos recursos naturales;
- en campos de gran desarrollo técnico como la tecnología nuclear y la biotecnología, la genética y los sistemas de transporte, donde la participación temprana para una visión clara de las posibles consecuencias y la aceptación del público es esencial
- en el contexto del desarrollo, donde la acción reflexiva es crucial. Traducción del Autor.

*and analyze processes are heterogeneous in the sense that they belong to different disciplines, and that there are plural values and norms that do not fit together in a systematic way. Diversity of dimensions is in contrast to homogeneity with respect to the disciplines involved. 'Complexity' is used for interrelations among heterogeneous dimensions or plural values/norms, thus complexity is in contrast to simplicity. 'Dynamic' refers to changes of dimensions acting together over time*⁷⁷” (Hardorn, G., et. al., 2006, 120).

Desde esta visión, es claro el llamado para que los programas de investigación contemplen, y entiendan, la complejidad que se produce con la diversidad dinámica de los procesos que están relacionados en sus campos de estudio. Definen la diversidad como las distintas dimensiones que la investigación de carácter empírico debe afrontar en un reto de esta naturaleza ya que pertenecen a disciplinas distintas con valores y normas plurales que no necesariamente encajarán, de manera automática, en la resolución de un problema.

Siguiendo a la misma Hardorn, et. al. (2006) además, debe tenerse en cuenta el conocimiento de las personas involucradas y sus necesidades e intereses en juego, porque el desarrollo sostenible es un modelo sociopolítico para conseguir cambios sociales. Esto requiere un diálogo intercultural para el aprendizaje mutuo entre la investigación y los grupos sociales, que podrían pertenecer a diferentes culturas o subculturas. Es importante que todas las partes involucradas desarrollen su comprensión de lo que se debe abordar en el desarrollo sostenible y cómo se puede hacer esto, al tiempo que se tienen en cuenta los potenciales y los riesgos de las estrategias de resolución de problemas. De lo contrario, la aplicación del conocimiento científico, aunque destinado a mejorar la vida de las personas, podría causar efectos secundarios graves e involuntarios que amenazan la salud y los sistemas de soporte de vida naturales, sociales y económicas⁷⁸.

⁷⁷ Para producir conocimiento confiable sobre estrategias sociales sobre posibles desarrollos futuros, la investigación debe reflejar la diversidad, complejidad y dinámica de los procesos relacionados, así como su variabilidad entre situaciones problemáticas concretas. Por 'diversidad' entendemos que las dimensiones empíricas relevantes para describir y analizar procesos son heterogéneas en el sentido de que pertenecen a diferentes disciplinas, y que existen valores y normas plurales que no encajan de manera sistemática. La diversidad de dimensiones contrasta con la homogeneidad con respecto a las disciplinas involucradas. La "complejidad" se utiliza para las interrelaciones entre dimensiones heterogéneas o valores / normas plurales, por lo que la complejidad contrasta con la simplicidad. 'Dinámico' se refiere a cambios de dimensiones que actúan juntas a lo largo del tiempo. Traducción del Autor.

⁷⁸ Estos autores textualmente dicen lo siguiente: “Furthermore, the knowledge of people involved and their needs and interests at stake have to be taken into account, because *sustainable development is a socio-political model for societal changes. This needs*

El tema intercultural es altamente relevante en el problema de la región sur del Ecuador, pues, como hemos visto, se trata de territorios en disputa entre los Shuar, pueblo originario que ha reclamado desde siempre su propiedad, el Estado ecuatoriano y las empresas mineras que, para complicar un poco más el tema, provienen de países como Canadá o China, cuyas prácticas distan mucho de aquellos hábitos a los que están acostumbrados los moradores de esa zona.

“La presencia de los Shuar en el territorio y sus interacciones históricas con otros grupos poblacionales, condiciona de forma importante las percepciones y los lenguajes de valoración de los actores de los conflictos socioambientales que se presentan en El Pangui: tienen distintos intereses y apelan a distintos valores que son inconmensurables entre sí, como pueden ser los beneficios económicos, el desarrollo de la región, la sacralidad del territorio y los derechos indígenas. Entre todos los actores implicados hay diversidad de posiciones a favor y en contra de la minería, desde las resistencias locales de distintos colectivos con apoyo de organizaciones ecologistas ecuatorianas y extranjeras, hasta los colectivos o particulares que se están viendo beneficiados por la llegada de la minería, o al menos tienen esa expectativa” (Sánchez, L., et. al., 2016, 24).

Uno de los primeros objetivos debería ser evitar el conflicto y la violencia, aunque, de hecho, ya se han producido. Sobre ello hay números testimonios en los medios de comunicación tanto ecuatorianos como extranjeros, pero quizás lo icónicamente representativo ha sido la actuación del Ejército Ecuatoriano, desalojando a sus conciudadanos a favor de la empresa minera controlada por intereses chinos.

Un grupo de investigadores de la Universidad Técnica Particular de Loja, en una investigación realizada en 2016, resumieron las fuentes de conflicto y las amenazas esperadas con la llegada de la explotación minera, en el siguiente cuadro:

intercultural dialogue for mutual learning between research and societal groups, who might belong to different cultures or subcultures. It is important that all parties involved develop their understanding of what has to be addressed in sustainable development and how this can be done while being conscious of the potentials and risks of problem solving strategies. Otherwise the application of scientific knowledge, although intended to improve the living of people, could cause severe, unintended side effects that threaten health and natural, social and economic life support systems”. (Hadorn, G., et. al., 2006, 119-120) La traducción e interpretación que se cita, el corpus del trabajo, es del Autor de la Tesis.

“Conflictos socio-ambientales presentes vs. Amenazas esperadas por minería”.

LUGAR	FUENTES PRESENTES DE CONFLICTO		AMENAZAS ESPERADAS POR MINERÍA	
	SOCIALES	AMBIENTALES	SOCIALES	AMBIENTALES
Pachicutza	- Factores políticos como causa de división poblacional -Minería como causa de división poblacional - Migración -Falta de Coordinación Junta Parroquial con Municipio Panguí	-Contaminación del agua por falta de recolección de basura -Quema de basura inorgánica -Ganado libre en la montaña -Tala de árboles	-Delincuencia -Aumento Bares -Prostíbulos -Alcoholismo - Drogadicción -Migración personas hacia la cabecera cantonal -Desempleo en la parroquia -Enfermedades	-Agua contaminada -Peste para animales -Contaminan recursos: aire, suelo, flora, fauna -La tierra no va a ser apta para agricultura
Guismi	- Minería causa de división poblacional -Violencia Intrafamiliar -Migración -Título global en comunidad shuar -Alcoholismo (jóvenes) -Falta Socialización del P.O.T -Robos	-Contaminación del agua por falta de recolección de basura) -Quema de basura inorgánica -Tala de árboles	-Delincuencia -División poblacional -Malas relaciones de pareja -Robos -Violaciones -Muertes violentas - Prostitución -Enfermedades - Incremento tráfico - Incremento de precios	-Contaminación -Agotamiento de fuentes naturales de agua
Tundayme	-Minería: causa de división poblacional - Migración -Dependencia minería -Organización Social -Título global en comunidad Shuar -Compra terrenos por la empresa -Reubicación	-Contaminación del agua por falta de recolección de basura -Quema de basura inorgánica -Contaminación por desagües del Río Quimi	-Discotecas -Delincuencia - Corrupción -Violaciones - Construcción del nuevo puente por la empresa -Enfermedades	-Contaminan recursos como: agua, suelo. -Disminución de la producción agrícola -Ganado afectado -Agotamiento de fuentes naturales de agua -Pérdida de bosques
Panguí	-Minería: causa de división poblacional - Alcoholismo en jóvenes - Drogadicción con cemento de contacto - Embarazo precoz - Migración -Robos -Violencia Intrafamiliar - Falta de transporte en barrios rurales y comunidad shuar	-Contaminación del agua por falta de recolección de basura -Quema de basura inorgánica	-Delincuencia -Migración -Matanzas -Discriminación - Epidemias -Enfermedades - Violencia -Mayor división social - Asesinatos -Discotecas -Prostitución - Apropiación de fincas - Dependencia de la minería	-Contaminación de recursos: agua, aire, suelo -Desertificación -Pestes para ganado -Destrucción de bosques

Figura 20

Elaboración: Sánchez,L., et.al. 2016, 30.

Como vemos, la conflictividad en la zona, es producto de la amenaza sobre aspectos sumamente graves que, podrían llegar, con el asentamiento de las grandes empresas mineras. La gente cree que, con la presencia de las compañías, se pueden incrementar crímenes como violaciones, o asesinatos. Los moradores de la zona también temen por otras cuestiones, socialmente relevantes, como la división de las comunidades, las epidemias, las enfermedades de transmisión sexual, la contaminación de los recursos, incluyendo las fuentes de agua, la prostitución, el tráfico de drogas, el incremento en los precios de las cosas. En fin, La complejidad del problema es enorme.

Por ello, dentro del contexto de este consenso que existe sobre la transdisciplina, no podemos dejar de darle la razón a Hardorn, et. al. (2006)⁷⁹ cuando dicen que, en el hemisferio Sur, la investigación y el desarrollo han sido desafiados al vincular el conocimiento científico con el conocimiento indígena, del que muchos actores locales todavía dependen fuertemente y que contrasta con el conocimiento científico en términos de epistemologías, metodologías y prácticas. Por lo tanto, en la Conferencia de Río en 1992 y nuevamente en la Conferencia de Johannesburgo en 2002, la importancia de la ciencia para contribuir al objetivo de un desarrollo más sostenible se confirmó con la condición de que su papel y su relación con la sociedad se sometieran a un examen crítico. La Agenda 21, aprobada como parte integral de la convención en 1992, establece en el capítulo 35 que la investigación actual debe ampliarse para incluir, por una parte, una mayor participación del público en la definición de objetivos sociales a largo plazo y la formulación de escenarios de desarrollo sostenible, y, por otro, desarrollar métodos para vincular los hallazgos de las ciencias con el conocimiento indígena.

Este pedido de la Agenda 21 puede considerarse como un llamado a la transdisciplinariedad, en el sentido de trascender las fronteras de los campos de conocimiento y de las ciencias e integrar, en la búsqueda de soluciones para problemas urgentes, a los ciudadanos. También aboga por incluir los conocimientos ancestrales en el marco formal de las ciencias.

Hay evidencia de que existe un llamado desde varios actores y perspectivas para que la idea de un trabajo conjunto, colaborativo, participativo y plural de los diferentes campos del conocimiento también incluya otros actores como los sociales y políticos.

Entonces, parece ser que, en el mundo en que vivimos, se empieza a consolidar un cierto consenso alrededor de la transdisciplinariedad como principio.

⁷⁹ El Texto de Hardorn dice lo siguiente: "In the South, research and development have been challenged by linking scientific knowledge with indigenous knowledge, on which many local actors still strongly rely and which contrasts with scientific knowledge in terms of epistemologies, methodologies and practices (Rist et al., 2004). Therefore in the Rio conference in 1992 and again in the Johannesburg conference in 2002 the importance of science in contributing to pursue the goal of more sustainable development was confirmed under the condition that its role and relationship to society should be submitted to critical examination. Agenda 21, approved as an integral part of the convention in 1992, establishes in chapter 35 that current research should be broadened to include, on the one hand, more involvement of the public in defining long-term societal goals and formulating sustainable development scenarios, and on the other to develop methods for linking the findings of sciences with indigenous knowledge" Lo que está en el corpus del trabajo es una adaptación libre del Autor.

Esto se evidencia porque el llamado viene, primero, por una serie de importantes pensadores como Morin, De Freitas o Nicolescu que fueron los encargados de redactar la Carta de la Transdisciplinariedad. Por otro lado, hay ingentes esfuerzos gubernamentales para lograr un trabajo colaborativo eficiente. Uno de ellos es la creación, en Suiza, de un centro para el estudio de la transdisciplina y el permanente llamado que organismos internacionales realizan para que se trabaje en este sentido. Por otra parte, se notan llamados desde diferentes ciencias y disciplinas para un trabajo colaborativo. Parece ser que, en el mundo médico, este llamado es cada vez más necesario y urgente.

Finalmente, la conciencia de que vivimos en un mundo global, hace que, para entenderlo, las ciencias y las disciplinas, trabajen de manera colaborativa y articulada con todo su entorno social.

CAPÍTULO IV
EXPLOTACIÓN MINERA EN EL SUR DEL ECUADOR

4. Explotación minera en el sur del Ecuador

El Ecuador contemporáneo requiere, urgentemente, inyectar recursos económicos frescos a su economía y al erario público. Un país con una economía dolarizada, con la consecuente imposibilidad de emisión de moneda propia, depende, básicamente, de los recursos que pueda captar desde el exterior. Más aún cuando se trata de un sistema económico básicamente primario – dependiente, que no ha conseguido industrializarse.

Las exportaciones del Ecuador giran alrededor del petrolero, y productos agrícolas como el banano o las flores y de productos marinos, especialmente, el camarón. Pero la situación del Ecuador se agrava cuándo su balanza comercial refleja un mayor peso en las importaciones que en las exportaciones.

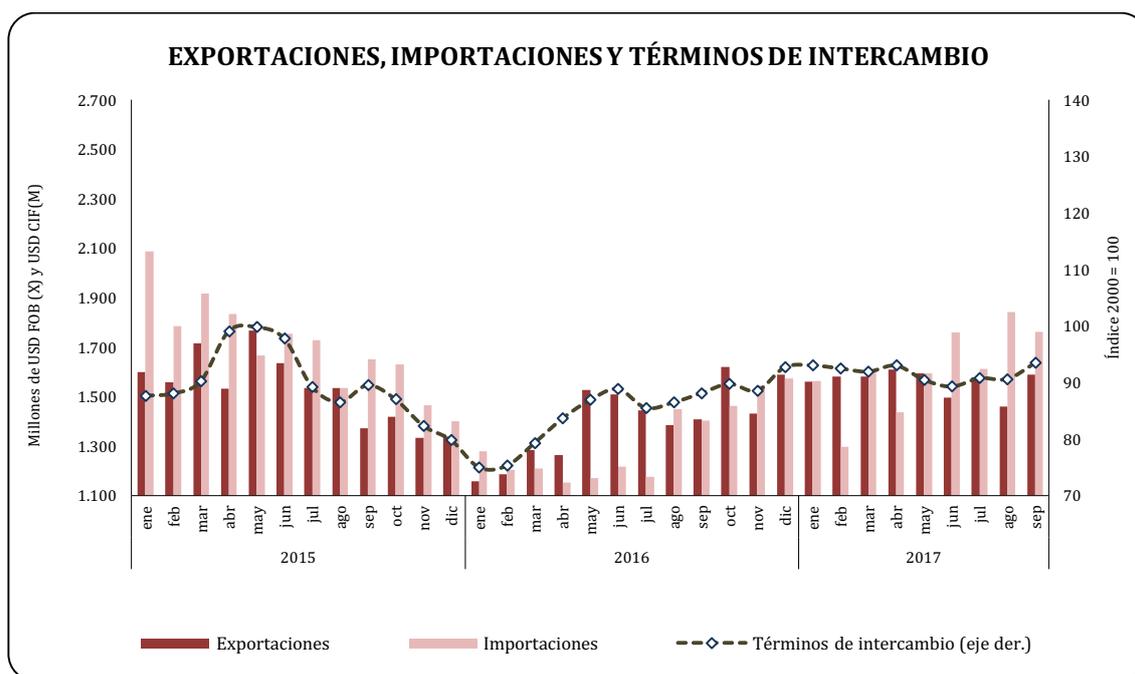


Figura 21

Elaboración: Banco Central del Ecuador⁸⁰

Como vemos hay una tendencia casi permanente a que los volúmenes de importaciones sean mayores a los volúmenes de los productos que salen fuera del país. Por ello el

⁸⁰ La información es pública y está disponible en Internet en: <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp> El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017.

Estado, buscando nuevas formas de exportación y consecuente ingreso de divisas, piensa en otras alternativas como la minería, especialmente a gran escala.

Según declaraciones del Presidente del Gobierno, el país necesita ingentes cantidades de dinero solo para el servicio de la deuda externa. “Moreno resaltó que, por concepto de deuda, cada año Ecuador debe pagar casi \$10 mil millones, equivalentes a la suma de los presupuestos de educación, salud y seguridad” (Revista Vistazo, septiembre de 2017) pero, además, tiene un déficit fiscal importante que también debe ser cubierto:

“El Gobierno transparentó por primera vez estos datos e informó que los compromisos suman USD 57 788 millones. La cifra equivale al 59% del PIB... La pro forma 2017 asciende a 36 818 millones. El Fisco espera más ingresos tributarios para este año, la Proforma prevé ingresos por impuestos de USD 14760 millones. Es decir, un incremento de cerca del 7% comparado con la recaudación tributaria del año anterior (USD 13806 millones), según las cifras del Ministerio de Finanzas. Mientras que, por tasas y contribuciones, el Fisco espera recaudar USD 1 609 millones hasta el cierre de este año, similar a la cifra percibida por este rubro el año pasado. Durante los próximos seis meses de este año, el país recibirá menos ingresos por tributos y aranceles. El impuesto al valor agregado (IVA) regresó del 14 al 12% desde junio. Ese mes también se eliminaron las salvaguardias a los productos importados, aunque el Gobierno ha defendido que esta medida no tiene fines recaudatorios. Ambos rubros dejaron en el primer semestre ingresos por aproximadamente USD 600 millones, lo cual hace prever que el Fisco necesitará otras fuentes de financiamiento. El Fisco requerirá USD 11 670 millones como financiamiento público. El precio del crudo se estima en USD 41,6 este año Las autoridades del frente económico estimaron para este año un precio de barril de petróleo de USD 41,69. El precio previsto es menor al promedio que alcanzó el barril de crudo en el primer semestre de este año, que fue de USD 43 por barril, según datos oficiales” (Diario el Comercio, Quito, 28 de julio de 2017)⁸¹.

Como vemos, las necesidades monetarias del régimen obligan a la búsqueda urgente de

⁸¹ La información está disponible en Internet en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/leninmoreno-acciones-presupuesto-economia-ecuador.html> EL Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017. La negrilla es del Autor.

nuevas formas de financiamiento. Pero también la propia economía privada: si no hay ingreso de dólares como puede subsistir un sistema en el que el intercambio comercial normal se hace en esa moneda. Por ello, la minería a gran escala siempre es una posibilidad. En este aspecto, los dos principales proyectos mineros que tiene el Ecuador, «Fruta del Norte», para la explotación de oro y «Mirador» para la explotación de cobre, se encuentran en la provincia de Zamora – Chinchipe.

Pero eso, como veremos, se torna un problema que tiene dimensiones realmente complejas, especialmente en aspectos de gestión de desechos y actuación del Estado.

4.1. Contextualización del problema

Como habíamos explicado, el Ecuador tiene una forma de gobierno que implica provincias, cantones y parroquias. La provincia de Zamora – Chinchipe, está ubicada al sur-oriente ecuatoriano y es fronteriza con Perú y con las provincias ecuatorianas de Loja, Morona Santiago, y, en una pequeña parte, también con Azuay.

Tiene una extensión de diez mil quinientos cincuenta y seis kilómetros cuadrados, la mayoría de los cuales pertenecen a territorios de la selva amazónica. Sus fronteras están muy cercanas al inicio de la cuenca amazónica y todos sus ríos son afluentes del Río Amazonas, como veremos un poco más adelante. Por ello el tema de su biodiversidad es de interés continental y quizás planetario al tratarse del origen de una de las fuentes de agua dulce más importantes del mundo.

Mapa oficial de la división política de la República del Ecuador

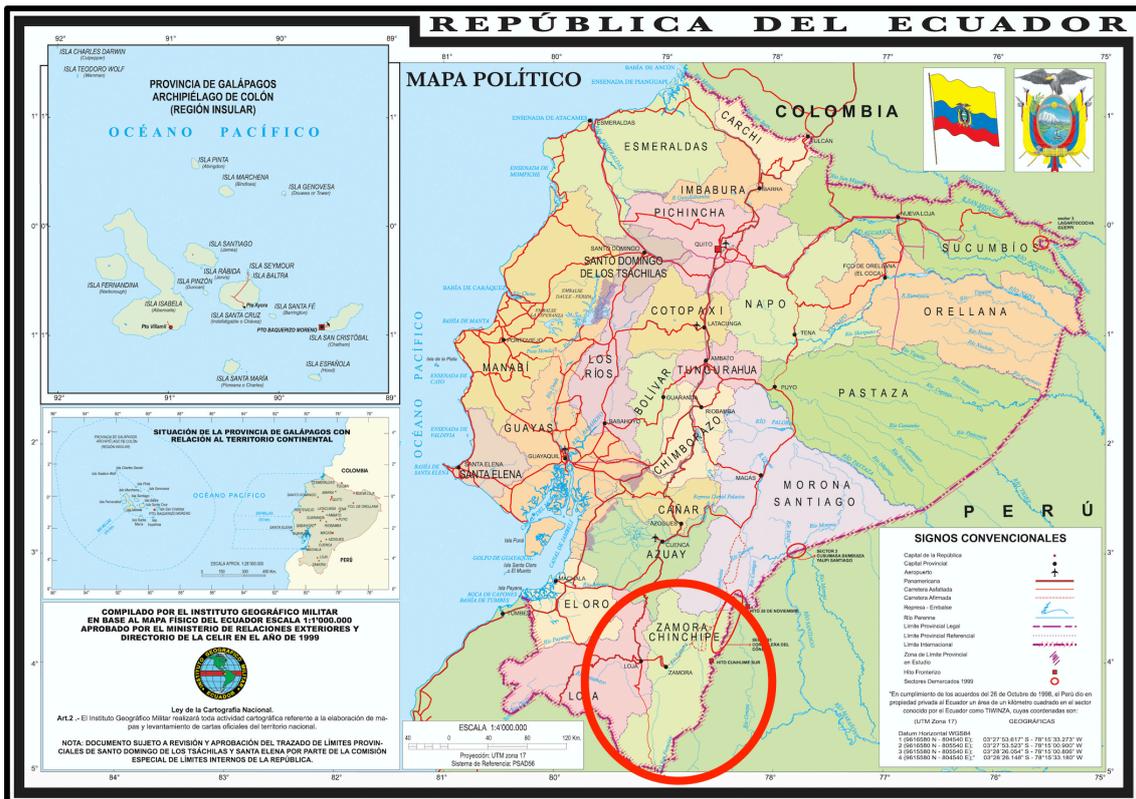


Figura 22

Elaboración: Instituto Geográfico Militar (IGM), Quito⁸²

⁸² La información está disponible en Internet en: <http://www.igm.gob.ec/work/files/downloads/mapafisico.html> El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017. El destacado sobre la provincia de Zamora-Chinchipe es del Autor.

Está compuesta por nueve cantones: Centinela de Cóndor, Chinchipe, El Pangui, Nangaritzta, Palanda, Paquisha, Yacuambi, Yantzatza y Zamora. Su actividad económica está básicamente relacionada con la minería, el turismo, la agricultura y la ganadería⁸³.

Mapa político de la provincia de Zamora - Chinchipe⁸⁴



Figura: 23

Elaboración: Gobierno Provincial de Zamora Chinchipe

En este trabajo tienen especial relevancia el cantón El Pangui, donde se encuentra la parroquia Tundayme, sede del proyecto de explotación de cobre «Mirador» y el cantón

⁸³ Sobre este tema se puede profundizar en Benítez, A., Sánchez, D., 2012 (Op. Cit), que realizan una extensa monografía sobre la provincia de Zamora Chinchipe, en la que se incluye su producción a nivel cantonal.

⁸⁴ El resaltado en rojo es del Autor y corresponde a la jurisdicción geográfica donde se ejecutarán los proyectos “Fruta del Norte” y “Mirador”. Fuente: Gobierno Provincial de Zamora Chinchipe. Disponible en Internet en: <https://es.slideshare.net/cogt2010/sigzamora-chinchipe>. El Autor la consultó el 21 de noviembre de 2017.

«Yantzaza», donde se encuentra la parroquia Los Encuentros, sede del proyecto de explotación aurífera, Fruta del Norte:

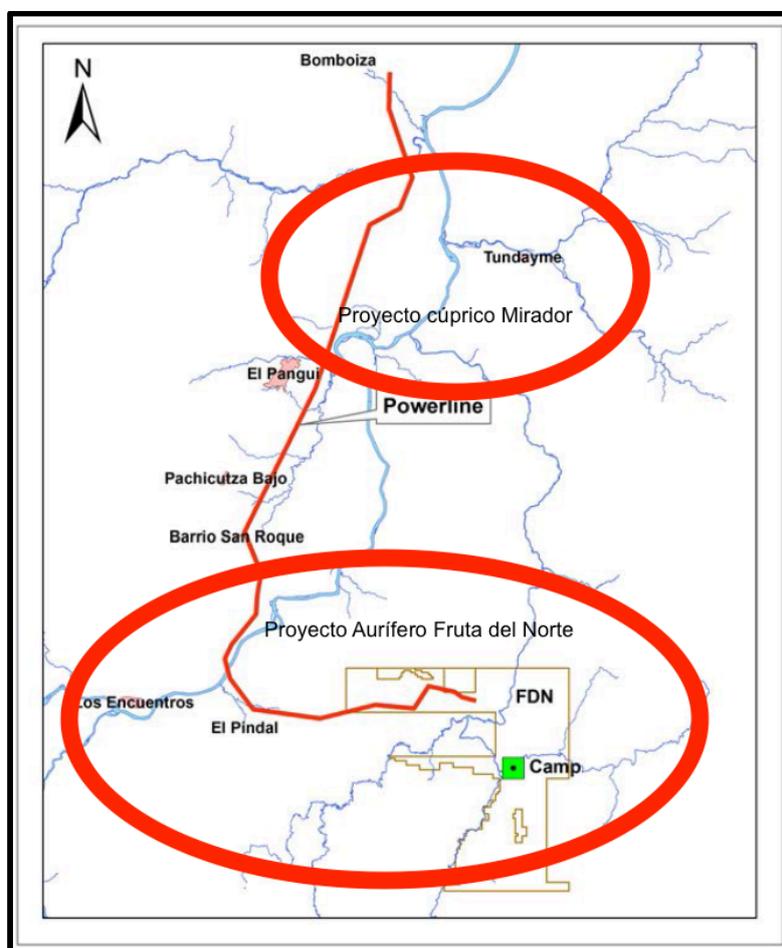


Figura 24

Elaboración: Lundin Gold⁸⁵.

La provincia de Zamora-Chinchipe, tiene una población, estimada para el año 2017, de ciento doce mil ochocientos treinta y cinco (112.835) habitantes de los cuales diez mil trescientos ochenta y dos (10.382) viven en el cantón Panguí y veinte y cuatro mil doscientos cuarenta y seis (24.246) en el cantón Yantzaza⁸⁶. Cuenta con una población relativamente joven, pues según los datos del propio Instituto Nacional de Estadísticas y

⁸⁵ El mapa está disponible en: http://www.lundingold.com/i/pdf/presentation/investor_update_march-april_2017-es.pdf El Autor lo consultó el 14 de noviembre de 2017. Los señalados en rojo y los nombres de los proyectos son del Autor.

⁸⁶ Proyecciones oficiales del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos para el año 2017. La información está disponible en internet en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/> El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017.

Censos (INEC), el setenta y dos por ciento de su población es menor a treinta años de edad⁸⁷.

Es una provincia de población heterogénea, en su territorio conviven mestizos, indígenas Shuar e indígenas de otras nacionalidades como la Saraguro. El ochenta por ciento de las personas, según los datos de mismo censo, se consideran mestizos y el dieciséis por ciento se describen como indígenas.

Esto genera condiciones especiales en el tratamiento de este tipo de problemas. Pero esto no es nuevo, desde la época colonial, en la región sur del Ecuador, se han encontrado importantes yacimientos de oro y otros metales preciosos. Sobre este tema, Marcos Jiménez de la Espada en sus *“Relaciones Geográficas de Indias”* dice:

“En todos los términos de la dicha ciudad se han descubierto y labrado muchos mineros de oro y se labran, en que se han sacado puntas y granos de gran grandor, como ha sido la que tiene Su Magestad (sic) en poder de su guardajoyas, que pesa más de diez y ocho libras; y otras de ocho y de a seis y de a cinco y de a cuatro en gran cantidad” (Jiménez de la Espada, 1897, 3).

De su lado, Pío Jaramillo Alvarado, quien quizás es el más prestigioso investigador de las ciencias sociales que ha dado el Ecuador, en su *“Historia de Loja y su Provincia”* (1955, 109) sobre la riqueza aurífera de Zamora, provincia en la que se encuentran los centros mineros que hemos descrito, afirma:

“El nombre de Zamora de los Alcaldes está ligado en las crónicas y archivos de la época colonial a su riqueza aurífera, calificada como la zona más extraordinaria de la Audiencia de Quito”.

Por otro lado, el lugar donde los proyectos se van a desarrollar también debe pensarse, pues están en la parte alta de la cuenca del río Amazonas. En lo que podríamos denominar el inicio mismo de algunos importantes afluentes del Marañón-Amazonas⁸⁸.

⁸⁸ Este tema se aborda más adelante y es, quizás, uno de los más relevantes del problema.

“El sistema fluvial de la provincia está compuesto por gran cantidad de ríos y quebradas que confluyen como microcuencas y subcuencas de cuatro grandes cuencas hidrográficas, que son: La Cuenca del Río Chinchipe, Cuenca del Río Nangaritza, Cuenca del Río Yacuambi y la Cuenca del Río Zamora, tres de ellos navegables por el volumen de agua de sus cuencas: ríos Nangaritza, Yacuambi y Zamora” (Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 76)

Este aspecto también ha sido uno de los que más conflictividad ha traído, pues varios actores ecologistas, sin relación directa con la zona han participado del debate y también de las posibilidades de solución.

Estos antecedentes nos sirven para indicar que es un problema de vieja data. Claro, nunca ha llegado a los niveles que actualmente enfrenta, pese a la tecnología que posee la humanidad. Hasta ahora siempre se había tratado de explotación de oro, con minería bajo tierra, pero, con el descubrimiento de los yacimientos de cobre, empieza una nueva dimensión del problema al tratarse de explotaciones a cielo abierto en una zona de altísima biodiversidad.

4.1.1. Riqueza minera

En la actualidad el Estado ecuatoriano está inmensamente interesado en dos proyectos mineros importantes. «Mirador» y «Fruta del Norte». El primero, cuyo objetivo es la explotación de cobre, a cielo abierto, está en manos de la empresa Ecuacorriente S.A. (ECSA), con capitales de otras dos empresas propiedad del Gobierno Chino. El segundo, que busca la explotación de oro, está encargado a la empresa Lundin Gold Co., con capitales de origen canadiense.

Sobre las reservas de los yacimientos cercanos a «Mirador» en la sureña provincia ecuatoriana de Zamora-Chinchipe, citamos:

“Se encuentra ubicado 340 Km al sur de Quito, en la provincia de Zamora Chinchipe, al sur este de la Cordillera de El Cóndor... El yacimiento fue descubierto con métodos geoquímicos y visuales, paralelamente se descubrieron

los depósitos de Mirador Norte, San Carlos y Panantza, los cuales en conjunto tienen reservas del orden de 2000 millones de toneladas, con un contenido de cobre del orden del 0,7% oro 0,19 g/t, plata y molibdeno, que en total dan 26 mil millones de libras de Cu, 5,5 millones onzas de Au y 30, 6 millones de onzas de Ag” (Paladines, F., Soto, J., 2010, 34).

Por una serie de problemas legales y de orden empresarial, este yacimiento no ha sido explotado, pero se encuentra en la etapa de construcción de la mina. Sin embargo, la información, aunque data de 2010, sigue siendo válida y coincide con la información oficial del Ministerio de Minas del Ecuador⁸⁹.

Actualmente el precio de la onza de oro, en el mercado internacional, se cotiza en alrededor de 1188 dólares por cada onza⁹⁰. Es decir que, sin tener en cuenta los costos de explotación, las reservas de cinco millones quinientas mil onzas de oro de estos yacimientos estarían estimadas en más de seis mil millones de dólares. (USD: 6 534 000 000; seis mil quinientos treinta y cuatro millones de dólares exactamente).

En cuanto al cobre, siendo veinte y seis mil millones de libras las que se espera explotar y teniendo una cotización internacional de la libra de 2,60⁹¹ dólares americanos, ni siquiera podemos imaginar la enorme cantidad de dinero de la que estamos hablando: sesenta y cinco mil millones de dólares (USD 65 000 000 000 USD). El Estado ecuatoriano, según refiere la agencia estatal de noticias Andes⁹², firmó un contrato con la compañía Ecuacorrientes, cuyos capitales, según la misma fuente, son chinos y canadienses, para facilitar la inversión de dos mil cuatrocientos millones de dólares en el proyecto Mirador que tiene unas reservas estimadas de cinco mil millones de libras de cobre. Se espera que la producción empiece en el año 2018. Debemos matizar este

⁸⁹ El tema se puede contrastar con la publicación que hiciera el matutino capitalino “*EL Comercio*” el 4 de marzo de 2015. Está disponible en <http://www.elcomercio.com/actualidad/retraso-proyecto-minero-mirador-ecuador.html> El Autor la consultó el 2 de abril de 2015.

⁹⁰ La cotización se puede obtener de la bolsa de Nueva York, en *tiempo real*, revisando el siguiente sitio web: <http://www.kitco.com/charts/livegold.html> El Autor la consultó a las 13:30 del 23 de marzo de 2015 cuando la cotización se situaba en USD 1187,80

⁹¹ La cifra del precio del cobre es obtenida de los reportes mensuales que la Comisión chilena del Cobre emite. Esta se puede consultar en la siguiente página: http://www.cochilco.cl/archivos/Semanal/20150320105226_MERC%202015%2003%2020.pdf el autor la revisó el 23 de marzo de 2015.

⁹² La información fue obtenida del sitio Web de la agencia estatal Andes en esta dirección electrónica: <http://www.andes.info.ec/es/economia/minera-ecuacorriente-firma-contrato-inversion-usd-2014-millones-proyecto-cuprifero-mirador>. El Autor la consultó el 23 de marzo de 2015.

asunto y entender que la explotación de cobre es a largo plazo. De hecho, se estima que la producción anual sea de 235 millones de libras de cobre, es decir seiscientos once millones de dólares anuales (611'000.000 USD/año)⁹³ con lo que, por lo menos, los cuatro primeros años estarían dedicados a pagar la inversión inicial.

Finalmente, las reservas de 30,6 millones de onzas de plata, con un precio de diez y siete dólares americanos por onza (17 USD/Oz.)⁹⁴ estarían cotizadas en más de quinientos millones de dólares (USD 520 200 000 USD) (quinientos veinte millones doscientos mil dólares, es el valor exacto que arroja este cálculo).

Es decir que, los yacimientos de oro, plata y cobre de esta parte del país, estarían valuados en alrededor de setenta y dos mil millones de dólares (72.000'000.000 USD). Con esta cifra empezamos a vislumbrar el nivel de complejidad del problema. Sin embargo, por la problemática que el tema de la biodiversidad representa, el proyecto del yacimiento Mirador lleva un retraso de tres años⁹⁵.

Un aspecto que añade un grado de complejidad es la procedencia de ECSA:

“Ecuacorriente S.A. (ECSA), la subsidiaria ecuatoriana del consorcio chino CRCC-Tongguan, se dedica a la exploración y desarrollo de yacimientos de cobre en Ecuador. El consorcio CRCC-Tongguan se conforma por las estatales chinas Tongling Non Ferrous Metals y China Railways Construction Corporation. Con oficinas en Quito, Ecuacorriente posee los proyectos Mirador y Panantza San Carlos en la provincia de Zamora-Chinchipe. En 2015 la empresa comenzó la construcción de Mirador que se convertiría en la primera mina a cielo abierto de gran envergadura en el país”. (ECSA, 2017)⁹⁶.

⁹³ Esta información se obtiene de una nota de prensa publicada en el diario quiteño “El Comercio”. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/politica/ecuador-espera-obtener-53-de.html> El autor la consultó el 23 de marzo de 2015.

⁹⁴ La información se obtuvo del Servicio Geológico Mexicano, dependiente de la Secretaría de economía de ese país en la siguiente dirección web: <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/precio-metales.html> El autor la consultó el 23 de marzo de 2015

⁹⁵ Cf. <http://www.elcomercio.com/actualidad/retraso-proyecto-minero-mirador-ecuador.html> Consultado el 23 de marzo de 2015

⁹⁶ La información está disponible en la Internet en el sitio de la compañía: <https://www.bnamericas.com/company-profile/es/ecuacorriente-sa-ecuacorriente> El Autor la consultó el 17 de noviembre de 2017.

Por una parte, el debate político, se ha centrado en la entrega de riquezas nacionales a empresas estatales chinas. Por otro lado, el lenguaje y prácticas profesionales dificultan una relación armoniosa con el entorno.

Además, el proyecto Mirador, operado por la compañía Ecuacorriente (ECSA), aunque inicialmente es para cobre, contiene también tres millones doscientas mil onzas de oro⁹⁷ que no se tiene claro si van a ser explotadas o no.

Un tema inquietante es la opacidad de la empresa y sus procesos. Cuando se realiza una búsqueda en internet, no se encuentra un sitio propio de la empresa, a pesar de los volúmenes que va a manejar y la importancia que el tema reviste. Solo se encuentra un sitio en la red social *Facebook* donde cuelgan algunas fotografías de sus acciones de *responsabilidad social*. El Autor del trabajo ha buscado contactarse en varias ocasiones con la empresa, pero no ha obtenido ninguna respuesta.

Sin embargo, según datos del Ministerio de Minas del Ecuador “*La explotación del mineral se lo realizará con base en una producción diaria de 60 mil toneladas por día, es decir 20 millones de toneladas al año. La infraestructura de la mina está calculada para una operación continua durante las 24 horas y por 330 días al año*”⁹⁸.

Por otro lado, la conflictividad social que este proyecto genera es alta. En el año 2015, el diario El País de España señalaba:

“Un pueblo condenado a desaparecer. Un proyecto minero amenaza a Tundayme, en la cordillera límite entre Ecuador y Perú. Camino a Tundayme, una parroquia incrustada en la cordillera Cóndor Mirador, límite natural entre Ecuador y Perú, se ve un tajo que deja ver la tierra color ocre que se oculta bajo el verde de la selva. “Mire lo que ya ha hecho la minería”, dice Carmen Suquilanda, representante de los indígenas saraguros, que se opone al proyecto de extracción a gran escala que lleva adelante la empresa china Ecuacorriente,

⁹⁷ Esta información está disponible en el sitio web del Ministerio de Minas del Ecuador: <http://www.mineria.gob.ec/4054-2/> El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017.

⁹⁸ Esta información está disponible en internet en el sitio oficial del Ministerio de Minería del Ecuador: <http://www.mineria.gob.ec/ecuacorriente-s-a-difundio-actualizacion-del-estudio-de-impacto-ambiental-del-proyecto-minero-mirador/> El Autor la consultó el 20 de noviembre de 2016.

y que prevé abrir la primera mina a cielo abierto en Ecuador en 2018. Al llegar al poblado de cuatro calles sin asfalto y casas rudimentarias salta a la vista la campaña de la empresa y el Estado por poner un rostro amable a la actividad extractiva. “La minería te conecta”, se lee en la entrada de una sala de internet gratuita. La líder indígena, sin embargo, se cuida de criticar en voz alta a la empresa minera. “Aquí muchos trabajan en la compañía”, dice y a lo largo de la tarde se ven llegar autobuses con empleados que visten monos con la bandera china en un costado. De este caserío partió la marcha indígena por la dignidad, que llegará a Quito el 13 de agosto. El lugar fue escogido para poner el acento en la defensa de la tierra y la resistencia, que caracteriza a los caminantes que este domingo se enrumbaron desde el sur del país hacia Quito, para llevar sus demandas al presidente Rafael Correa. Salvador Quishpe, prefecto de Zamora Chinchipe (donde se asienta la cordillera Condor Mirador y el proyecto de minería), criticó al inicio de la marcha los letreros enormes que ponen “propiedad privada” y que abundan en Tundayme. “Esto les pertenece a los chinos, y a eso llaman recuperar la patria”, dijo y habló en nombre de las familias desplazadas de la zona y de las pocas personas que se resisten a abandonar sus fincas.⁹⁹” (Soraya Constante, El País, 3 de agosto de 2015)

La conflictividad se incrementa en otros lugares de la zona, en algunas ocasiones, por la propia actitud de la empresa concesionaria del proyecto Mirador. Se conoce que, posiblemente, durante algún tiempo actuó de manera ilegal y sin tener aprobado su plan de manejo ambiental:

“De estos datos que constan en los considerandos de la licencia ambiental se desprende que ECSA entre el 3 de mayo de 2007 y el 24 de febrero de 2012 (casi 5 años) no tuvo permiso ambiental para realizar actividades relacionadas con la fase de explotación, y sin embargo existen pruebas documentales de la propia empresa y del Estado que verifican que continuó trabajando y operando en la zona con miras a iniciar dicha fase. Una de esas pruebas constituye el desplazamiento del barrio San Marcos ubicado en la Parroquia Rural Tundayme del Cantón El Pangui y que se encuentra en la zona de influencia

⁹⁹ La información del El País está disponible en Internet en https://elpais.com/internacional/2015/08/03/actualidad/1438616101_289564.html El Autor la consultó el 15 de noviembre de 2015.

directa del Proyecto Mirador. En dicho barrio habitaban aproximadamente 19 familias, había una escuela, iglesia, cancha de fútbol, parque recreativo, y contaban con instalaciones eléctricas y sanitarias. En totalidad existían 22 lotes de terreno no legalizados que formaban parte de una finca de mayor extensión de propiedad de un habitante del lugar” (Hurtado, F., 2012, 1)

El tema de los terrenos “no legalizados” que usa Hurtado, se refiere a los habitantes que no poseen escrituras de propiedad. Este problema es harto frecuente en el Ecuador y, en parte, se debe a que la región oriental ha sufrido un proceso de “colonización” impulsado, en años anteriores, por el propio Estado ecuatoriano. De hecho, en 1964, el gobierno de ese momento creó el “Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización” que, entre sus fines, tenía el de promover la llamada “colonización” de las tierras de la Amazonía ecuatoriana.

Mucha gente, efectivamente, emigró hacia la región amazónica del Ecuador, pero los procesos de titularización de las tierras no terminaron y, ahora, uno de los argumentos para desalojarlos es, justamente, el hecho de que no poseen una escritura que el propio Estado debió entregarles.

Al ser Ecuacorriente S.A. una empresa que generará minería a cielo abierto, no existen datos importantísimos como el volumen de tierras que será movido.

“Una vez que ha concluido la fase de exploración avanzada, se alista a desarrollar la fase de explotación, para lo cual se ha previsto la modalidad de cielo abierto, que implica el tajo de una ladera de aproximadamente 108 hectáreas de ancho por ciento cincuenta metros de profundidad” (Garabay, S., 2011, 45).

Es decir, al inicio de la fase de exploración, se deforestarán un millón ochenta mil metros cuadrados. Sería interesante conocer si, en esa área, se realizó un censo sobre la biodiversidad existente.

Entre la poca información propia de ECSA está la que coloca en su sitio de *Facebook*¹⁰⁰ consta la misión de la compañía: “*Ser pioneros en la exploración, explotación, beneficio y comercialización de recursos minerales de cobre y de minerales secundarios, a través del desarrollo y operación de la primera mina metálica a gran escala en Ecuador, en beneficio del país y de la Compañía*”, como se ve, nada se dice sobre el entorno social, o el medio ambiente.

El autor escribió a la empresa a través de la red social *Facebook* pidiendo la información de su sitio en Internet, pero no se tuvo respuesta.

El proyecto Mirador “se desarrolla en las parroquias de *Tundayme* y *El Güisne del cantón El Pangui, de la provincia de Zamora-Chinchipe, en un área de 9.928 hectáreas*” (Garabay, S., 2011, 44) es decir sobre una superficie de 99, 28 kilómetros cuadrados que equivale a la extensión geográfica de la Reserva San Francisco, muy cerca de este proyecto, en la que, como veremos más adelante, se encontraron más de mil cuatrocientas especies de plantas vasculares.

Sobre el proyecto “Fruta del Norte”, la empresa dueña de la concesión señala las siguientes características:

“Las Reservas Minerales suman en total 4,82 millones de onzas de oro y 6,34 millones de onzas de plata (15,5 millones de toneladas a 9,67 gramos/ t Au y 12,7 gramos/t Ag);

- *Una producción promedio de oro anual de 340.000 onzas con un costo total en efectivo promedio durante la vida de la mina ("LOM") de \$553/onza y un costo de mantenimiento total en efectivo ("AISC") durante la LOM de \$623/onza, ubicando a FDN en el cuartil de costo más bajo en efectivo a nivel mundial;*
- *La producción durante la LOM de aproximadamente 4,4 millones de onzas de oro y 5,2 millones de onzas de plata a lo largo de una vida inicial de la mina de 13 años utilizando una recuperación promedio de oro del 91,7% y un promedio de recuperación promedio de plata del 81,5%;*

¹⁰⁰ La información está disponible en Internet en: https://www.facebook.com/EcuacorrienteSA/?hc_ref=ARR2rgfT_UaY7-nZ4qkf91VEn3doR4wp2BtFiYnz1FLTLarz7MjUhl-IydWi_pBUiQ4&fref=nf El Autor la consultó el 5 de diciembre de 2017.

- El costo estimado del capital del proyecto, incluyendo contingencias, es de \$ 669 millones, neto de impuestos;
- Inicio de construcción planificada para mediados de 2017;

Se espera que la producción inicial de oro empiece en el primer trimestre de 2020, con el primer año completo de producción en 2021” (Lundin Gold, 2017)¹⁰¹.

Aunque los datos de las reservas de oro difieren ligeramente con los de Paladines y Soto (2010) y con los del Ministerio de Minas de Ecuador, en cambio añaden reservas de plata en el mismo sitio de la explotación minera.

Según la información proporcionada por la propia compañía en su sitio web, “Fruta del Norte es uno de los proyectos auríferos de mayor ley en el mundo¹⁰²” entendiéndose la palabra *ley*, en aspectos mineros, como el grado de concentración de minerales valiosos. De hecho, al compararla con otras minas del mundo arroja los siguientes resultados:

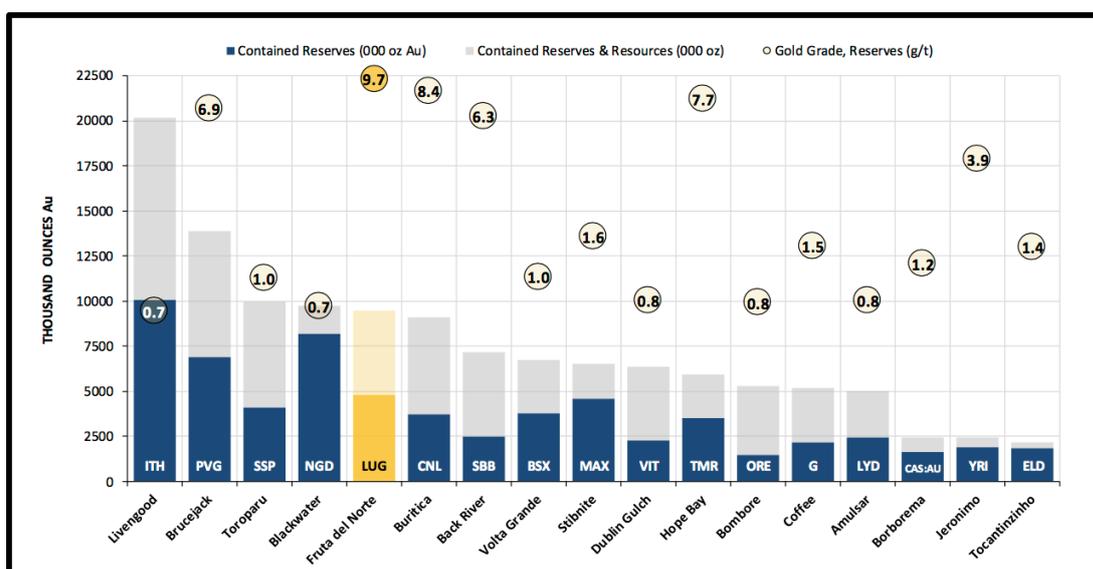


Figura 25
Elaboración Lundin Gold¹⁰³

¹⁰¹ Esta información está disponible en el sitio web de la compañía: <http://www.lundin.com/sp/projects.asp> El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017.

¹⁰² Esta información está disponible en Internet en: http://www.lundin.com/i/pdf/presentation/investor_update_march-april_2017-es.pdf El Autor la consultó el 15 de noviembre de 2017.

¹⁰³ Ibid

De hecho, según la información proporcionada por la compañía, sería la quinta mina en el mundo si se mide por la ley de los diferentes yacimientos. Esto le brinda un carácter especial, pues se requiere menor movimiento de tierras para extraer los minerales. En este aspecto, según la información de la propia Lundin Gold, podría considerarse como una de las mejores minas del mundo:

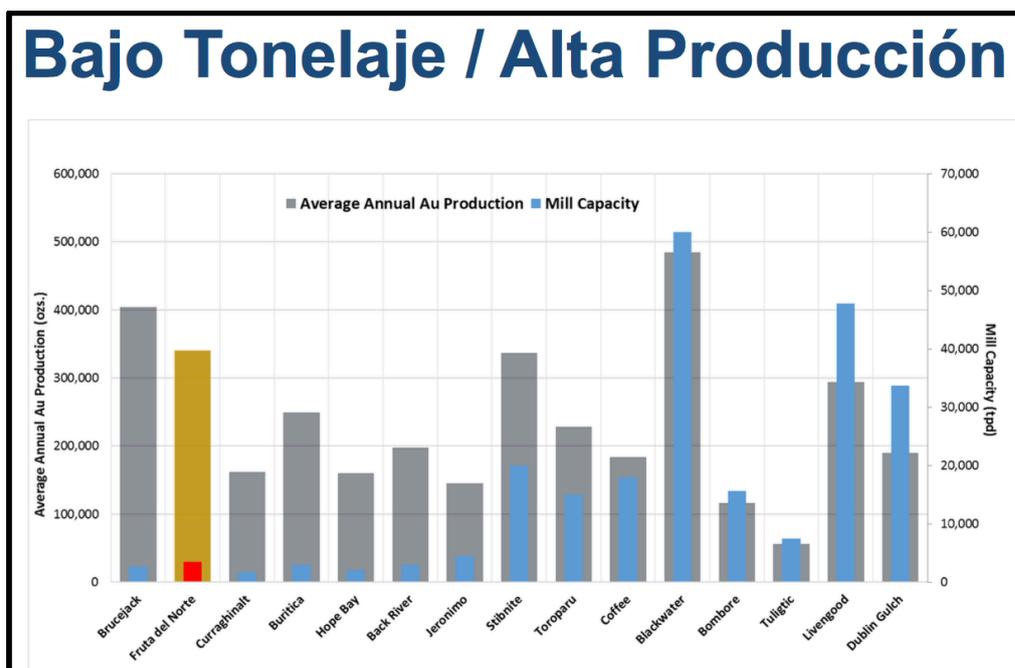


Figura 26

Elaboración: Lundin Gold¹⁰⁴

El proyecto cotiza de manera permanente en la bolsa y es posible encontrar referencias permanentes sobre sus avances y posibilidades en el sitio web de la compañía. De hecho, en la información para este año textualmente dicen que:

“Y apenas hemos topado la superficie. 70.000 Ha. de exploración probable incluyendo el rumbo Bonza Las Peñas, donde se ubica el FDN. Una Cuenca tipo Pull-Apart que extiende 16 km al sur del FDN, el doble del tamaño del rumbo prospectivo. Aun no se han perforado varios de los objetivos principales con trazas geoquímicas epitermales a lo largo de la tendencia”¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Ibid

¹⁰⁵ Ibid

Con lo que generan mucha expectativa a nuevos inversionistas, porque esto recién sería el inicio de una mina cuyas posibilidades aún no están calculadas completamente. No se sabe, a ciencia cierta, cuanto más oro, plata y otros minerales contiene el depósito, pero las esperanzas de la compañía son grandes.

Por otro lado Lundin Gold asegura tener costos de producción equivalentes a seiscientos veintitrés dólares por cada onza de oro que produzcan¹⁰⁶ con relación a un precio de la onza de oro que estiman en mil doscientos cincuenta dólares. Es decir, el precio de venta de cada onza del mineral es el doble de lo que cuesta producirlo.

Los gastos que la compañía prevé para el inicio del proyecto son los siguientes:

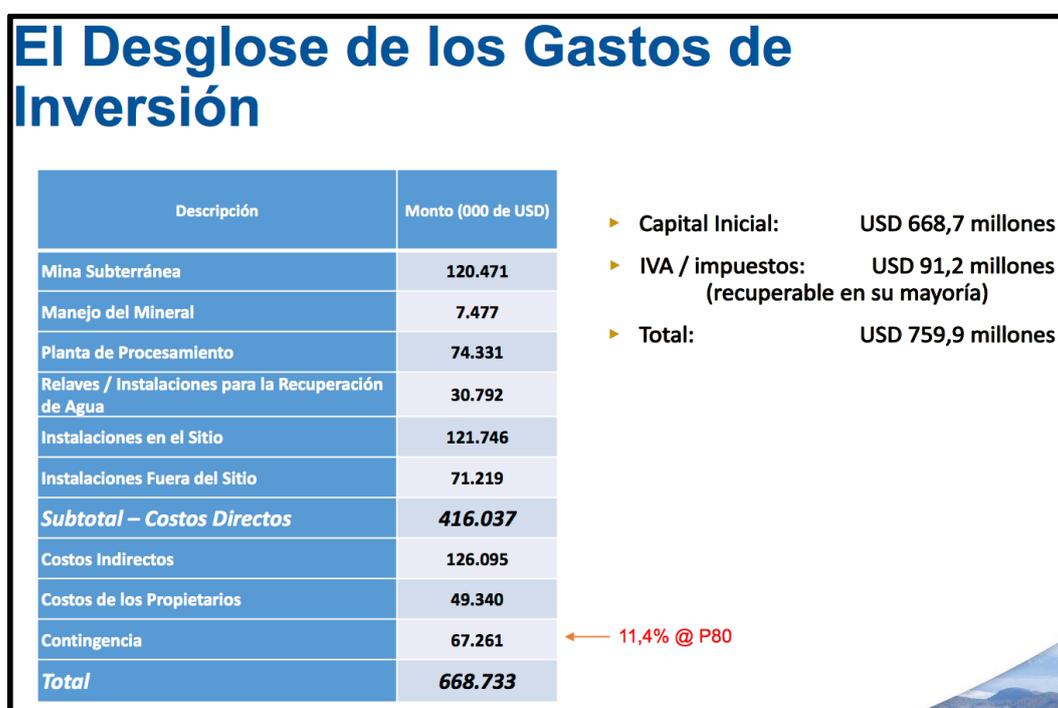


Figura 27

Elaboración: Lundin Gold Co.¹⁰⁷

La empresa, declara una vocación por trabajar con las comunidades: *“No solo somos mineros, también somos parte de la comunidad. La visión de Lundin Gold de*

¹⁰⁶ Ibid

¹⁰⁷ Ibid

inversiones en la comunidad se enfoca en crear valor compartido para las comunidades en coordinación con los gobiernos locales y nacionales¹⁰⁸”.

Con estos datos entonces, analicemos los porcentajes de inversión en cada rubro, así como las posibles utilidades que, solo por concepto de oro y sin tener en cuenta lo que obtengan por plata, la empresa podría tener.

Estos datos son, con la actual dimensión que la empresa señala, sin tocar las futuras prospecciones de las que hemos hablado.

Empecemos señalando que, según el propio reporte, el depósito, hasta el momento, tienen estimadas cuatro millones ochocientos mil onzas de oro (4 800.000.000 Oz.). Calculan que la recuperación será del orden del noventa y uno por ciento (91,2% exactamente). Con ello, en realidad, piensan obtener cuatro millones cuatrocientos un mil seiscientas onzas (4 401.600 Oz.).

Oro probado frente al oro recuperable en “Fruta del Norte”

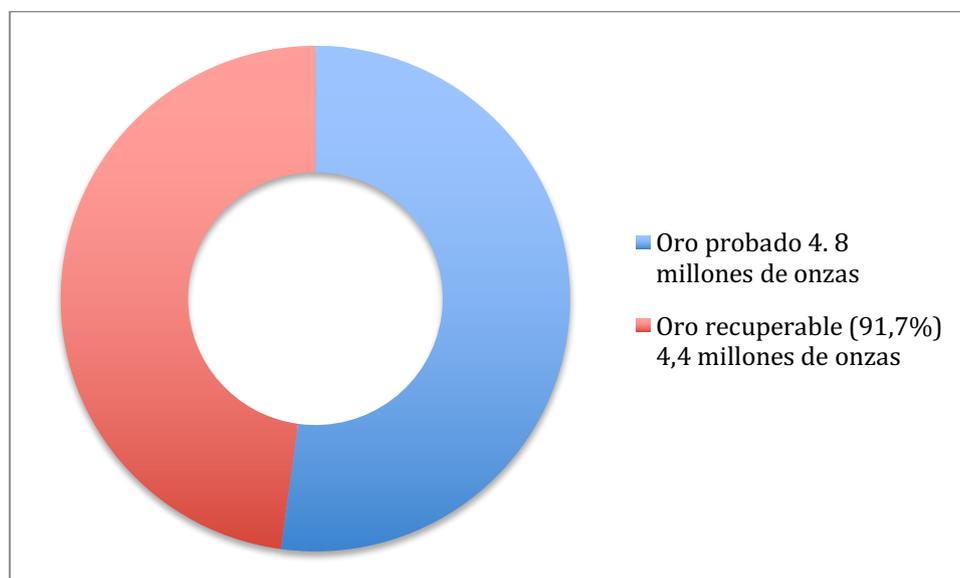


Figura 28

Fuente: Lundin Gold¹⁰⁹

Elaboración: El Autor

¹⁰⁸ Ibid

¹⁰⁹ Ibid

Con ello, el total de los ingresos en el proyecto estaría en los cinco mil quinientos dos millones de dólares (5 502.000.000 USD). Si estima un costo de extracción en seiscientos veintitrés dólares por cada onza (623 USD/Oz), los costos completos de extracción estarían en dos mil setecientos cuarenta y dos millones ciento noventa y seis mil ochocientos dólares (2 742 196.800 USD).

Ingresos Totales frente a costos de explotación de Fruta del Norte

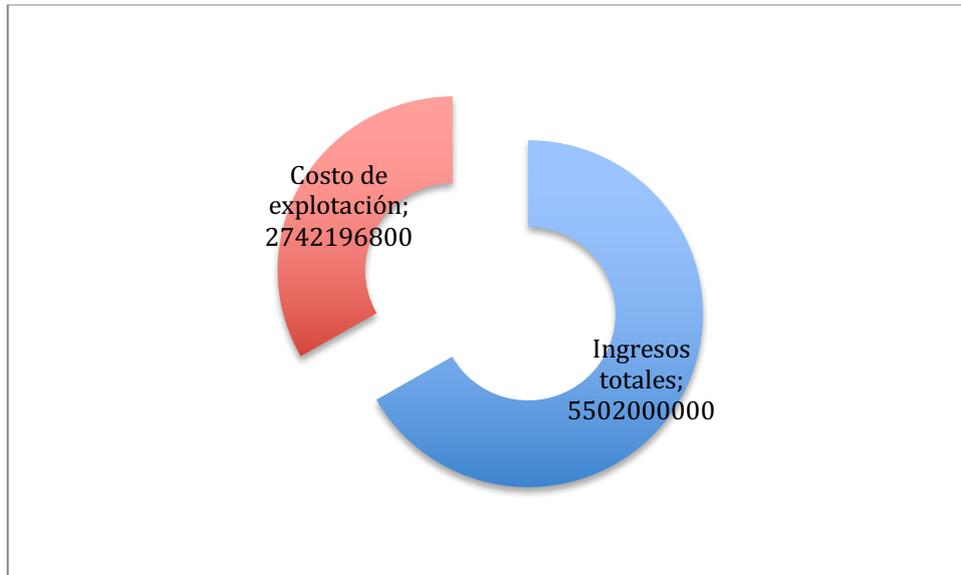


Figura 29

Fuente: Lundin Gold¹¹⁰

Elaboración: El Autor

Por otro lado el tema de la explotación minera trae consigo, además de otras, dos grandes problemáticas: por una parte el tema ecológico y, especialmente, el del agua, puesto que la mina se trabaja en las cercanías de las vertientes originales del Amazonas, uno de los ríos más importantes del mundo; y, por otro lado, el tema del uso del suelo en tierras que han sido considerados «*territorios*» shuar.

Sobre el primer tema lo abordaremos en el siguiente numeral al hablar de la biodiversidad. Ahora tratemos el tema de la posesión de la tierra.

El artículo cincuenta y siete de la Constitución Política del Ecuador (2008) señala:

¹¹⁰ Ibid

“Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos: ... “5.- Mantener la posesión de las tierras y territorios ancestrales y obtener su adjudicación gratuita”.

Según hemos visto, los territorios que la comunidad Shuar mantiene en la zona, son de carácter ancestral. (cf. Sánchez, L. et. al., 2016, 23, 24).

Lo que sorprende es la cantidad de recursos que un proyecto de esta magnitud dedica a la compra de terrenos. En efecto, según el propio reporte de Lundin Gold, para este efecto se destinarán cuarenta y nueve millones trescientos cuarenta mil dólares (49 340.000 USD). El equivalente al cero coma nueve por ciento, (0,9%) con respecto al volumen total del proyecto y del uno coma setenta y nueve por ciento (1,79%) con relación a las utilidades del proyecto.

Según la propia compañía, se tienen previstas setenta mil hectáreas de exploración minera (cf. Lundin Gold)¹¹¹ Es decir la inversión en tierras, incluidas compras, tendría un promedio de setecientos cuatro dólares con ochenta y cinco centavos por cada hectárea (704,85 USD/Ha). Teniendo en cuenta que una hectárea son diez mil metros cuadrados, eso nos arroja un precio promedio por metro cuadrado de siete centavos (0.0705 USD/m²).

Para tener una idea clara, veamos el mapa que la propia empresa tiene colgado en su sitio Web, de cara a los inversionistas:

¹¹¹ Ibid

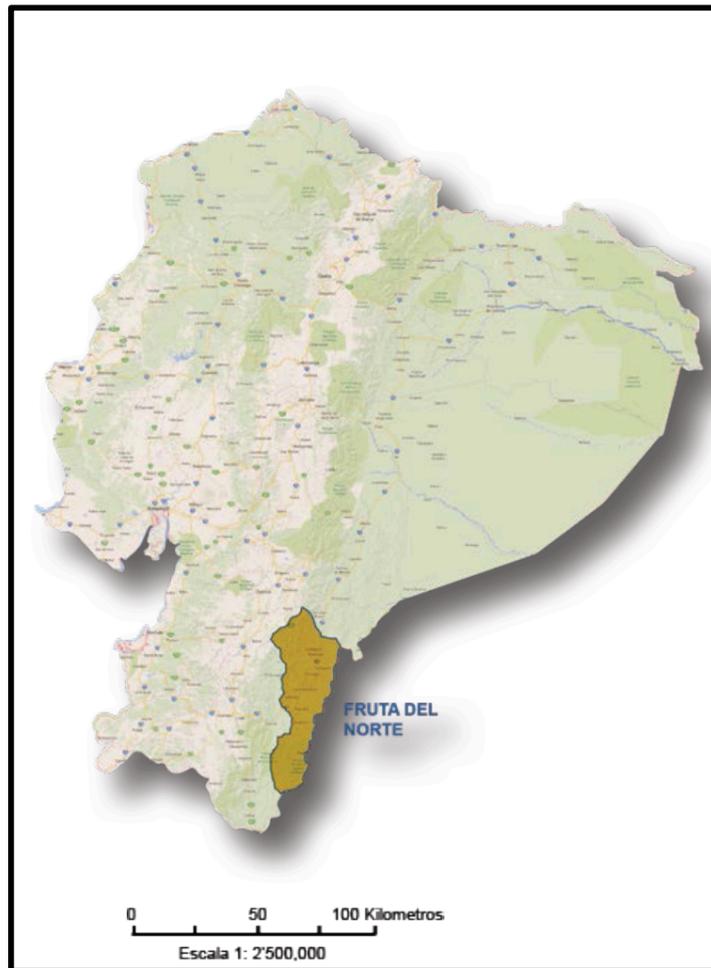


Figura 30
Elaboración: Lundin Gold¹¹²

Es decir, en uno de los temas que podrían ser más álgidos y de mayor complejidad, la compañía invierte menos del dos por ciento de las utilidades esperadas.

¹¹² Ibid

Inversión en compra de tierras frente al volumen del proyecto

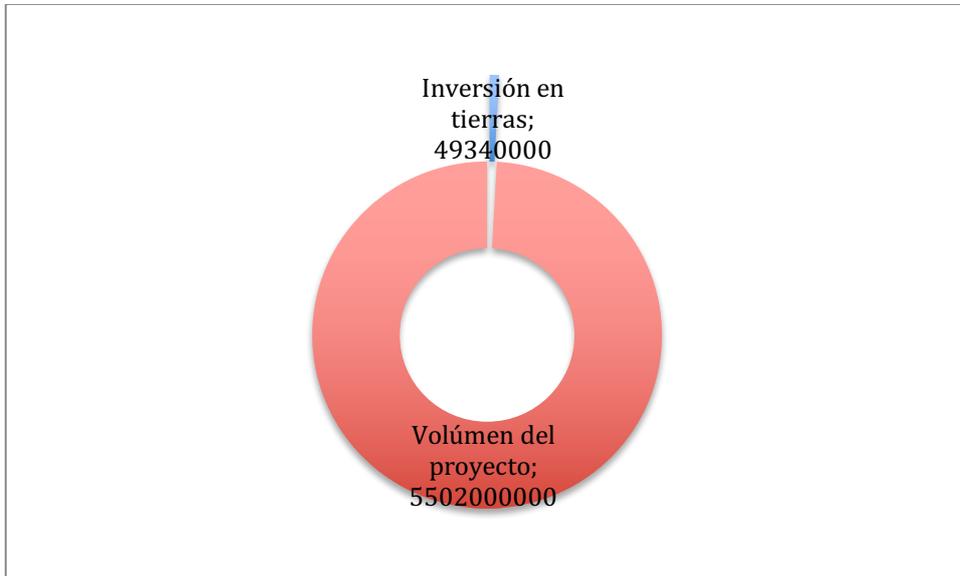


Figura 31

Fuente: Lundin Gold

Elaboración: el Autor

Inversión en tierras frente a utilidades del Proyecto



Figura 32

Fuente: Lundin Gold

Elaboración: El Autor

Como vemos, en los casos de los dos proyectos mineros, las dimensiones monetarias de las minas todavía no se han acabado de calcular por lo que el problema, a lo mejor, tiene mayor dimensión de lo que hasta el momento hemos podido determinar.

4.1.2. Biodiversidad

La dimensión ambiental de la zona, evidentemente, aumenta el grado de complejidad del problema. La provincia de Zamora-Chinchipe se encuentra dentro de los denominados «*Andes Tropicales*» que son considerados como uno de los 25 *hotspots*¹¹³ o áreas donde la naturaleza se encuentra en equilibrio y poseen una excepcional concentración de especies endémicas (Beck y Kottke, 2008; Myers et al. 2000). Según Myers, et al. (2000) en esta región del mundo, que tiene un 1'258 000 Km², existe el 6,7% de la vegetación considerada endémica en el mundo y el 5,7% de vertebrados del planeta considerados como endémicos. Ahora, sobre la importancia de la conservación han existido muchos debates, pero el mismo Norman Myers, et al. (2000, 858) nos da luces:

*“Finally, recall that the mass extinction of species, if allowed to persist, would constitute a problem with far more enduring impact than any other environmental problem. According to evidence from mass extinctions in the prehistoric past, evolutionary processes would not generate a replacement stock of species within less than several million years”*¹¹⁴.

Las implicaciones que puede acarrear a la raza humana son inmensas y cubren un sinnúmero de campos. Están desde las razones éticas de necesidad de conservar el patrimonio natural para las generaciones venideras, hasta razones de carácter pragmático por los alcances que puede tener en campos como el de la agricultura.

¹¹³ Una definición adecuada de *hotspot* puede ser la que proponen los mismos Beck y Kottke (2008): “*A hotspot of biodiversity refers to an area displaying nature in balance*”. (Un *hotspot* de biodiversidad se refiere a un área que muestra la naturaleza en equilibrio) (Traducción del Autor). Esto se complementa con lo propuesto por Myers et al. (2000): “*Areas featuring exceptional concentrations of endemic species*” (Áreas caracterizadas por una concentración excepcional de especies endémicas) (Traducción del Autor).

¹¹⁴ “Finalmente, recordar que la extinción masiva de especies, si se permite que persista, puede constituir un problema con mayor impacto y duración que muchos otros problemas ambientales. De acuerdo con la evidencia de extinciones masivas en el pasado prehistórico, el proceso evolutivo podría no llegar a generar un *stock* de recambio sino dentro de algunos millones de años” Traducción del Autor.

En la región sur del Ecuador y, específicamente, en la provincia de Zamora-Chinchipec, sitio donde se encuentran los yacimientos mineros, existen algunas particularidades de este gran *hotspot* de biodiversidad mundial. Como ejemplo, citamos algunos artículos científicos que sustentan el hecho de que la región, como *hotspot*, es extremadamente importante.

Beck y Kottke, (2008) hablan sobre el potencial único en micorrizas que esta región tiene. Las micorrizas son una especie de hongos que, asociados con las orquídeas, permiten una vida común de ambas especies. Los retos y posibilidades que esto tiene en el tema agrícola son inmensos.

Por su lado Gunnar B. y Fiedler K., (2005) al hablar sobre la diversidad de ciertos tipos de polillas (cuya concentración en la provincia de Zamora Chinchipe, en una extensión de 40 Km², es la mayor del planeta) y la importancia de su preservación y de la protección en general de esta parte de las montañas andinas, otorga a este *hotspot* una especial importancia en el ámbito de la conservación.

Sin embargo, se podría considerar que estas son cuestiones aisladas de una región que, tradicionalmente, ha sido considerada como de alta biodiversidad y que no necesariamente son generales de todo el territorio. Beck y Richter (2008, 195) se plantean esta pregunta: “*The first question arising is whether a specific ecosystem, or an ecologically explorable part of that ecosystem, may be considered representative of the biodiversity hotspot*” y luego añaden: “*The question arises this area is representative of the Andes-Amazonia hotspot and whether it can be addressed as a hotspot of biodiversity in a more general sense*”¹¹⁵.

Los mismos autores demuestran, en ese artículo, que en un área de ciento once kilómetros cuadrados (111 km²) en la provincia de Zamora-Chinchipec, donde se encuentra la de la Reserva Biológica San Francisco (RBSF), frente a los ciento dos mil cuatrocientos noventa y siete kilómetros cuadrados (102 497 km²) que tiene la Eco-

¹¹⁵ «La primera cuestión que se deriva es si un ecosistema específico, o una parte ecológicamente explorable de ese ecosistema, puede ser considerada como representativa de un hotspot de biodiversidad... La pregunta que surge es si esta área es representativa del hotspot Andes-Amazonia y si esta puede ser considerada como un hotspot de biodiversidad en el sentido más general». Traducción del Autor.

región de los Andes Tropicales del Ecuador, es sobresaliente en cuanto al número de especies de plantas vasculares que han sido identificadas, pues se identifican 1459 especies frente a las 900 que se conocen en la Eco-región. Lastimosamente sólo otros pocos grupos de organismos de la RBSF han sido investigados con detalles similares al de las plantas. Pero en el caso de las polillas, sostienen que: “*An extraordinary species-rich group are moths, for which a world record of species diversity has been recorded*” (Beck y Kottke, 2008, 2)¹¹⁶ concordando con lo que sostienen Gunnar B. et al. (2005). Presentan una tabla donde se establece que, en cuanto a murciélagos, se cuenta con 21 especies; y con 227 especies de aves, sin que estas dos familias hayan sido estudiadas a fondo. Con ello demuestran que esta parte de la gran Eco-Región de los Andes Tropicales posee, en promedio, igual o mayor biodiversidad que el resto del *hotspot*.

Hasta el momento, en la provincia de Zamora Chinchipe, se ha podido determinar que habitan cuarenta y dos especies de aves, cincuenta especies de mamíferos, 30 de anfibios, 14 de reptiles, y 15 de peces. (cf. Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 88-92), quedando por investigar temas tan importantes como el de la biodiversidad en hongos, sobre el cual aún no se tiene ningún tipo de dato certero, más que el aportado por los investigadores alemanes.

Sin embargo, según la declaración de Lundin Gold (2017) en su plan de manejo ambiental se prevé “*Enfocarse en especies objetivo (solo mamíferos, aves, herpetofauna)*”, nada se dice de las especies vegetales que son mil cuatrocientos cincuenta y nueve (1459) según Beck y Richter (2008), y, peor aún, de algún tipo de investigación relacionada con el mundo de los hongos.

El tema de la conservación de especies vegetales es fundamental para tener agua de buena calidad:

“In tropical regions like Ecuadorian Andes, deforestation has been increasing throughout the years affecting a large part of catchments along the Andes. Deforestation has stopped in the upper Andean catchments because of topography and accessibility, preserving headwater forests and/or páramo.

¹¹⁶ *Un extraordinario grupo de riqueza en especies, son las polillas para las que se ha logrado un record mundial en diversidad de especies* (Traducción del autor)

However, this native vegetation in the headwaters is not enough to sustain healthy streams. In Andean countries, human activities are especially concentrated on midstream sections and valleys of catchments affecting water/habitat quality downstream and other rivers after the confluence. For example, within Guayas river basin in Ecuador there are several cities and in combination with intensive agricultural land use they are affecting the entire river network and its water quality. Our results suggest that retaining over 70% native forest cover in Andean catchments now dominated by grasslands and keeping the riparian buffers, the water quality and stream biodiversity could be enhanced or at least preserved. However, this task is not so easy to achieve if there is not a strong regulation at national level¹¹⁷” (Íñiguez-Armijos, C., et. al., 2014, 8.).

Es decir, la conservación de la cobertura vegetal primaria es de especial importancia en la cantidad y calidad del agua. Ahora bien, estamos hablando de dos proyectos, uno de cielo abierto, en lugares donde se origina uno de los sistemas fluviales más importantes para el mundo.

En el tema hidrográfico, en la provincia donde se asientan estos dos grandes proyectos mineros se tienen cuatro grandes cuencas hidrográficas, todas afluentes del Amazonas (cf. Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 74):

¹¹⁷ “En regiones tropicales como los Andes ecuatorianos, la deforestación ha ido aumentando a lo largo de los años afectando a una gran parte de las cuencas hidrográficas a lo largo de los Andes. La deforestación se ha detenido en las cuencas altas andinas debido a la topografía y el acceso, preservando los bosques de cabecera y / o páramo. Sin embargo, esta vegetación nativa en las cabeceras no es suficiente para mantener corrientes saludables. En los países andinos, las actividades humanas se concentran especialmente en secciones intermedias y valles de cuencas que afectan la calidad del agua / hábitat río abajo y otros ríos después de la confluencia. Por ejemplo, dentro de la cuenca del río Guayas en Ecuador hay varias ciudades y, en combinación con el uso intensivo de tierras agrícolas, están afectando a toda la red fluvial y su calidad del agua. Nuestros resultados sugieren que la conservación de más del 70% de la cubierta de bosque nativo en las cuencas andinas ahora dominadas por pastizales y el mantenimiento de los amortiguadores ribereños, la calidad del agua y la biodiversidad del arroyo podrían mejorarse o al menos conservarse. Sin embargo, esta tarea no es tan fácil de lograr si no hay una regulación fuerte a nivel nacional” Traducción del Autor.

- Cuenca del Río Chinchipe que tiene los siguientes afluentes:

Margen izquierda	Margen derecha
Quebrada de Tapichalaca	Quebrada de Molino
Quebrada de Huambuco	Quebrada Uchín
Río Numbala, conformado por: Río Loyola, Río Paredones, Quebrada Honda, Quebrada de Platicillos, Quebrada de Tapala y Río Vergel, en su parte baja lo conforman: Río Punchis, Quebrada de las Guayusas, Quebrada Wiringos, Río Sangola, Quebrada del Bautista y Quebrada de San Francisco	Río Palanda, conformado por: río Jíbaro, Nanguira, Blanco y Quingo todos los nacientes de la Cordillera de Sabanilla
	Quebrada de Pueblo Viejo
	Quebrada de Cotayacu
	Quebrada de Yambanamá
	Río Palanumá
	Río Isimanchi
	Quebrada de Zumbayacu
	Río Canchis, denominado en su parte alta como río Blanco.

Fuente y Elaboración: Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 75

- Cuenca del Río Nanagaritza con los siguientes afluentes:

Margen izquierda	Margen derecha
Río Shaimi	Río Numpatacaime
Río Chumbiriatza	Río Nayumbi
Quebrada La Guanza	Quebrada Pachicutza
Quebrada Zurmi	Quebrada Conguime
Quebrada La Guintza	Quebrada El Vergel (Santa Cecilia)
Quebrada El Dorado	
Quebrada Nueva Esperanza	

Fuente y Elaboración: Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 75

- Cuenca del Río Yacuambi, que es el más cercano al proyecto “Fruta del Norte” y que tiene los siguientes afluentes:

Margen izquierda	Margen derecha
Río Ortega	Río Santa Cleotilde
Quebrada Barbascal	Río Corralhuayco
Río Cambana	Río Salado
Quebrada de Jembuentza	Río Quimi
Quebrada de Piuntza	Quebrada de Cantzama

Fuente y Elaboración: Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 76

- Cuenca del Río Zamora, que es la receptora de las demás cuencas.

“El río Zamora nace en las estribaciones del nudo de Cajanuma en la provincia de Loja. En su curso superior tiene un recorrido de sur a norte hasta la altura de la parroquia Imbana, cambiando su curso en dirección sureste internándose por la cordillera central en un estrecho encañonado hasta la ciudad de Zamora donde toma su curso principal con dirección noreste hasta la provincia de Morona Santiago, luego de unirse al río Namangoza forman el Santiago, que va a verter sus aguas en el Amazonas. En su recorrido recibe como afluentes las aguas de varios ríos y quebradas siendo los más caudalosos los ríos Nangaritza y Yacuambi sin omitir la importancia de varias microcuencas como aportantes tanto por la margen derecha como por la izquierda” (Benítez, A., Sánchez, D., 2012, 78)

Gran parte de la vida del planeta dependerá de lo que se haga o deje de hacer en la cuenca del río Amazonas, especialmente en las partes altas.

Un tema de contaminación en los orígenes podría traer enormes consecuencias para todo del ecosistema del río.

“La empresa Ecuacorriente S.A. reconoce que... para la construcción de la mina es necesario hacer un tajo muy grande de la montaña, lo cual necesariamente alterará el paisaje de esta región. Por otro lado están los impactos relacionados con el uso del agua, puesto que se estima que este proyecto requerirá alrededor de 115 litros de agua por segundo, y aunque la empresa asegura que las poblaciones no se verán afectadas, debido a que es una zona de gran pluviosidad, que existe ningún mecanismo que garantice que el nivel de lluvias se mantendrá y menos aún que las actividades del proyecto no vayan a afectar la calidad del agua de esta zona” (Garbay, S. 2011, 49).

Como vemos el tema del agua es de altísima importancia en la provincia de Zamora Chinchipe, por lo que sorprende que, por ejemplo, la compañía Lundin Gold, invierta

solo el cero coma cincuenta y seis por ciento (0,56%) del volumen total del proyecto y el uno coma doce por ciento (1,12%) de la utilidades en el tratamiento de aguas.

Volumen total del proyecto frente a la inversión en el tratamiento de agua



Figura 33

Fuente: Lundin Gold

Elaboración: El Autor

Utilidades estimadas del proyecto frente a la inversión en el tratamiento de agua



Figura 34

Fuente: Lundin Gold

Elaboración: El Autor

Al no conocer en detalle los procesos y los volúmenes de agua, es difícil estimar si las cantidades son las requeridas, sin embargo, de lo que se desprende en el mismo prospecto para inversionistas, el proceso utilizará agua.

4.1.3. Realidad socioeconómica

Hasta ahora hemos visto dos importantes aristas del problema, quedándonos por presentar una tercera y, a nuestro criterio y desde una visión antropocéntrica, la más importante: la gente.

Vamos a tratar de seguir en esta parte desde de la visión de Amartya Sen y Bernardo Kliksberg (2007, 18) y su apreciación sobre la desigualdad: “*Las preocupantes desigualdades incluyen disparidades en materia de riqueza, así como marcadas asimetrías en aspectos políticos, sociales, de oportunidades económicas y de poder*”. Desde esta perspectiva empezamos viendo la desigualdad en términos de riqueza.

Según el último censo de población y vivienda, realizado en 2010, el Ecuador, en general, es un país donde habita gente pobre, si el concepto que se emplea para definir pobreza es el de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). De hecho, las cifras del censo revelan que sesenta coma uno por ciento (60,1%) de los habitantes del país son pobres (INEC, 2010)¹¹⁸. Pero la situación en la región sur es un poco más grave que la del resto del Ecuador. La media de pobreza en las tres provincias que conforman esta región (Loja, Zamora-Chinchipe y El Oro) es de sesenta y seis coma cinco (65,6%) y en la provincia de Zamora-Chinchipe, sede de los dos principales proyectos mineros que prepara el Ecuador, la media de la pobreza está en setenta y tres coma ocho por ciento (73,8%), es decir trece coma siete por ciento (13,7%) por encima del promedio nacional. Ahora bien, la desigualdad entre la región sur y, especialmente, la provincia de Zamora-Chinchipe, se incrementa notoriamente si se compara con la provincia de Pichincha, territorio en el que se asienta Quito, la capital del país. De hecho, según el mismo censo de 2010, en esa provincia sesenta y seis coma cinco por ciento (66,5%) de las personas son consideradas como *no pobres*. Esto está muy lejos del veinte y seis

¹¹⁸ La información utilizada para este acápite esta disponible en la página oficial del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) en las siguiente página web: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza/> El autor la consultó el 23 de abril de 2014.

coma dos por ciento (26,2%) de los habitantes de Zamora que se consideran como *no pobres*. La pobreza en la región donde se asientan los proyectos mineros Mirador y Fruta del Norte, es casi tres veces mayor que en la Capital de la República.

Esta gente, especialmente pobre, es la que ha sido desalojada de sus tierras, a veces de forma violenta, según relata el propio diario español “El País”, al cual citamos para impedir visiones distorsionadas que pueda tener la prensa ecuatoriana:

“Estas personas no aceptaron la oferta inicial de la minera (que cuando más pagaron 2.400 dólares por hectárea) y se convirtieron en islas dentro de las fincas que ya son propiedad de los chinos. Julia Ordoñez, de 73 años, sigue en su casa con la única compañía de las estatuas de Cristo y María que rescató de la iglesia que estaba frente a su casa y que los chinos derrumbaron en un tris. Sus vecinos y hasta sus hijos ya vendieron sus propiedades y ella solo espera que no la desalojen. En una de sus paredes está un aviso que dice que nadie puede entrar en su vivienda porque es propiedad privada y que si lo hacen se aplicará la ley indígena. Está escrito en español y chino. Los candidatos al desalojo llevan en la zona algo más de medio siglo. María Aucay, que con 70 años también resiste en su casa, fue parte de los primeros colonos y cuenta que llegaron para cuidar el ganado de las familias que poseían inmensas extensiones de tierra como los Salinas, Carchipuya, Peñaranda, Arevalo...”
(Soraya Constante, El País 3 de agosto de 2015, Op. Cit.).

Como vemos la complejidad del problema va en aumento y, cada vez más, se hace necesaria una visión transdisciplinar para abordarlo en toda su integridad.

Sin embargo, las condiciones que se ofrecen a compañías como Lundin Gold, son diferentes a las que otro inversionista podría tener.

En aspectos fiscales, el impuesto a la renta, en Ecuador oscila alrededor del veinte y cinco por ciento. A la compañía, se le asegura un impuesto tres puntos por debajo de lo que pagan incluso los propios moradores de la zona donde se encuentra el yacimiento “Fruta del Norte” (cf. Lundin Gold, 2017).

Además, como el Ecuador posee una economía dolarizada, se estableció un impuesto del cinco por ciento para evitar la salida de capitales del país. Sobre este gravamen la compañía también ha conseguido exoneración. (cf. Lundin Gold, 2017).

En aspectos políticos a Zamora-Chinchipe le va mejor. En el Ecuador el gobierno está centralizado entre Quito y Guayaquil. La Función Ejecutiva¹¹⁹ cuenta con cuatro secretarías nacionales, cinco secretarías, seis ministerios coordinadores y veintiún ministerios, ninguno asentado en la sureña provincia. La Secretaría de Desarrollo Amazónico se encuentra en la ciudad del Puyo, cuatrocientos cincuenta y cinco kilómetros al norte de Zamora.

Sin embargo, se puede aducir que parte de la función ejecutiva está descentralizada a los gobiernos locales que se eligen democráticamente. Estos gobiernos cuentan con una distribución presupuestaria realizada en función del número de habitantes.

En el año 2014 el gobierno de la provincia de Pichincha tuvo ingresos de ciento noventa y nueve millones quinientos mil dólares (199 520.000 USD)¹²⁰ y el de Zamora Chinchipe cuarenta y ocho millones novecientos siete mil dólares (48 907.000 USD)¹²¹. Los ingresos del Gobierno de Pichincha son cuatro veces superiores a los de Zamora Chinchipe. Ahora bien en la provincia donde está la capital viven dos millones quinientas sesenta mil personas y en Zamora solamente ochenta y nueve mil quinientas nueve personas. (INEC, 2010). En términos de población, Pichincha es veintinueve veces más grande que Zamora-Chinchipe, con lo que, desde esta lógica, justifica la diferencia de asignaciones presupuestarias.

Sin embargo debemos anotar que, de la población de Pichincha, dos millones doscientos veinte y tres mil personas viven en Quito, Distrito Metropolitano con un régimen especial y cuyo municipio tuvo un presupuesto anual, diferente al del Gobierno Provincial, de ochocientos noventa y cinco millones ochocientos setenta mil seiscientos

¹¹⁹ Esta información está disponible en el sitio web de la Presidencia de la República del Ecuador: <http://www.presidencia.gob.ec>, el autor la consultó el 25 de abril de 2015.

¹²⁰ Información disponible en el sitio web del Gobierno de Pichincha: <http://www.pichincha.gob.ec/transparencia/ano-2014/category/8-g-ingresos-gastos-proforma.html> el autor la consultó el 25 de abril de 2015.

¹²¹ Información disponible en el sitio web del Gobierno de Zamora-Chinchipe: http://www.zamora-chinchipe.gob.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=54 el autor la consultó el 25 de abril de 2015.

dos dólares (895 870 602 USD).¹²² Por su parte el Municipio de la ciudad de Zamora tuvo un presupuesto de trece millones ochocientos cincuenta y siete mil novecientos cincuenta y cuatro dólares (13 857 954 USD). Con estas cifras, podemos ver que había un cierto nivel de compromiso de invertir en la población de Zamora para superar los niveles de inequidad, conforme aclaramos en el siguiente cuadro:

Presupuesto anual per cápita

	Zamora Chinchipe	Pichincha
Presupuesto	62764954,00	1095422602,00
Población	89509,00	2558450,00
Relación Presupuesto/Población (USD/persona)	701,21	428,16

Elaboración: Autor

En general, hay mayor inversión per cápita en la provincia de Zamora que en la de Pichincha. Lo que este cuadro no indica es si esta inversión es suficiente para superar la inequidad presente y, en términos de tiempo, cuanto tardaremos en equiparar las dos provincias.

Con respecto al tema de la minería, tanto de oro como de cobre, se empiezan a sentir algunos de sus efectos en esta población que no necesariamente ha sido, históricamente, de las mejor tratadas en el Ecuador.

Un estudio realizado por *“las comunidades afectadas por megaminería refieren conflictos, ruptura del tejido social, migración y desestructuración familiar”* (Solíz, M. et. al., 2013, 31).

La ruptura social se empieza a dar por la diversidad de criterios que existen en relación al problema. Las comunidades pueden sufrir serios procesos de división entre las personas que se encuentran a favor y las que tienen una posición contraria a la explotación minera. Una de las maneras más tentadoras de incluirse a favor del proceso extractivo, seguramente, está relacionada con el empleo.

¹²² Información disponible en el sitio web del Municipio de Quito: http://www.quito.gob.ec/lotaip2014/g/ORDM_009_PRESUPUESTO_GENERAL_2014.pdf el autor la consultó el 25 de abril de 2015.

En el Ecuador, según el reporte del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, INEC, (2017):

“La pobreza por ingresos a nivel nacional en junio de 2017 se ubicó en 23,1% en comparación al 23,7% de junio de 2016, la reducción de 0,6 puntos porcentuales no es estadísticamente significativa. Para el mismo periodo, la pobreza a nivel rural varió de 40,9% en 2016 a 41,0% en 2017, una variación no significativa de 0,1 puntos porcentuales. La pobreza urbana en junio de 2017 fue de 14,6%, mientras que en junio de 2016 se ubicó en 15,6%, una variación no significativa de 1,0 punto porcentual. Quito es la ciudad auto-representada con menor tasa de pobreza (7,8%), mientras que Machala la de mayor incidencia (14,4%). En junio de 2017 la pobreza extrema a nivel nacional se ubicó en 8,4% frente al 8,6% del mismo mes del año anterior, la reducción de 0,2 puntos porcentuales no es estadísticamente significativa. En el área rural la pobreza extrema varió de 18,6% a 17,8%... el ingreso per cápita del hogar con la línea de pobreza y pobreza extrema, las cuales en junio de 2017 se ubicaron en US\$ 85,58 y US\$ 48,23 mensuales por persona respectivamente”¹²³.

Según datos del propio INEC, en la provincia de Zamora-Chinchipe, actualmente habitan, en los sectores rurales, sesenta y cuatro mil cuatrocientos ochenta y siete personas. Con ello, si la pobreza en los sectores rurales del Ecuador tiene una media de cuarenta y uno por ciento, veinte y seis mil cuatrocientos cuarenta personas viven con ochenta y cinco dólares y cincuenta y ocho centavos por mes. Es decir con dos dólares con ochenta y cinco centavos por día.

En el caso de las personas en condición de extrema pobreza, equivalen a once mil cuatrocientas setenta y nueve gentes viviendo con un promedio de cuarenta y ocho dólares con veintitrés centavos por mes o, lo que es lo mismo, con menos de un dólar con sesenta centavos por día.

¹²³ La información está disponible en Internet en el sitio web del INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2017/Junio/Informe%20pobreza%20y%20desigualdad%20-%20jun%202017%2014072017.pdf> El Autor la consultó el 20 de noviembre de 2017.

Entonces, teniendo más de once mil personas en condiciones de miseria y con las posibilidades de trabajo que promete la explotación minera, es lógico que se inclinen por el proceso extractivista aunque no conozcan, en profundidad, todas sus consecuencias. He aquí el problema.

Otros aspectos demográficos, en el área rural de la provincia de Zamora-Chinchipec, no denotan nada fuera de lo usual. Quizás destaca el hecho de que la población masculina es alrededor de un tres por ciento mayor que la femenina.

Según el mismo INEC (2017)¹²⁴, en Zamora-Chinchipec la población es joven, pues el cuarenta y siete coma sesenta y cinco por ciento (47,65%) está comprendido entre los cero y los diecinueve años de edad.

Entre los diecinueve y los sesenta y cuatro años, se tiene el cincuenta coma ochenta y uno por ciento (50,87%). Es decir, un poco más de la mitad de la población está en una edad en la que es posible trabajar.

Finalmente, la población en la denominada “tercera edad” es decir las personas que superan los sesenta y cinco años de edad, son solamente el cinco coma ochenta y uno por ciento (5,81%).

En particular el cantón Yacuambi, sede del proyecto de explotación cuprífera, tiene proyectado para el año 2017, según el INEC, seis mil ochocientos cuarenta habitantes. De su lado, para el cantón Yantzaza, se estima, para el mismo año, una población de veinticuatro mil doscientas cuarenta y seis personas.

Es decir, la jurisdicción geográfica donde se asienta el proyecto aurífero, equivale al veintiuno coma cuarenta y nueve por ciento (21,49%) de la población (21,49%) de la provincia que cuenta con un total de ciento doce mil ochocientos treinta y cinco personas. Yacuambi, de su lado, sería el seis coma cero seis por ciento (6,06%) del total de la población zamorana.

¹²⁴ Porcentajes calculados por el Autor. Los datos están disponibles en internet en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>. Consultados el 21 de noviembre de 2017.

Con ello, podríamos afirmar que los dos proyectos mineros afectarían, de manera directa, sea positiva o negativamente, a casi un tercio de la población de Zamora – Chinchipe (27,55%).

La mayor causa de morbilidad en la población, cercana al treinta por ciento, se debe a Infecciones Respiratorias Agudas, (IRA). Sin embargo, no se puede relacionar este dato directamente con la minería puesto que está muy cercano al promedio nacional (30,28%) donde se incluye la influenza¹²⁵.

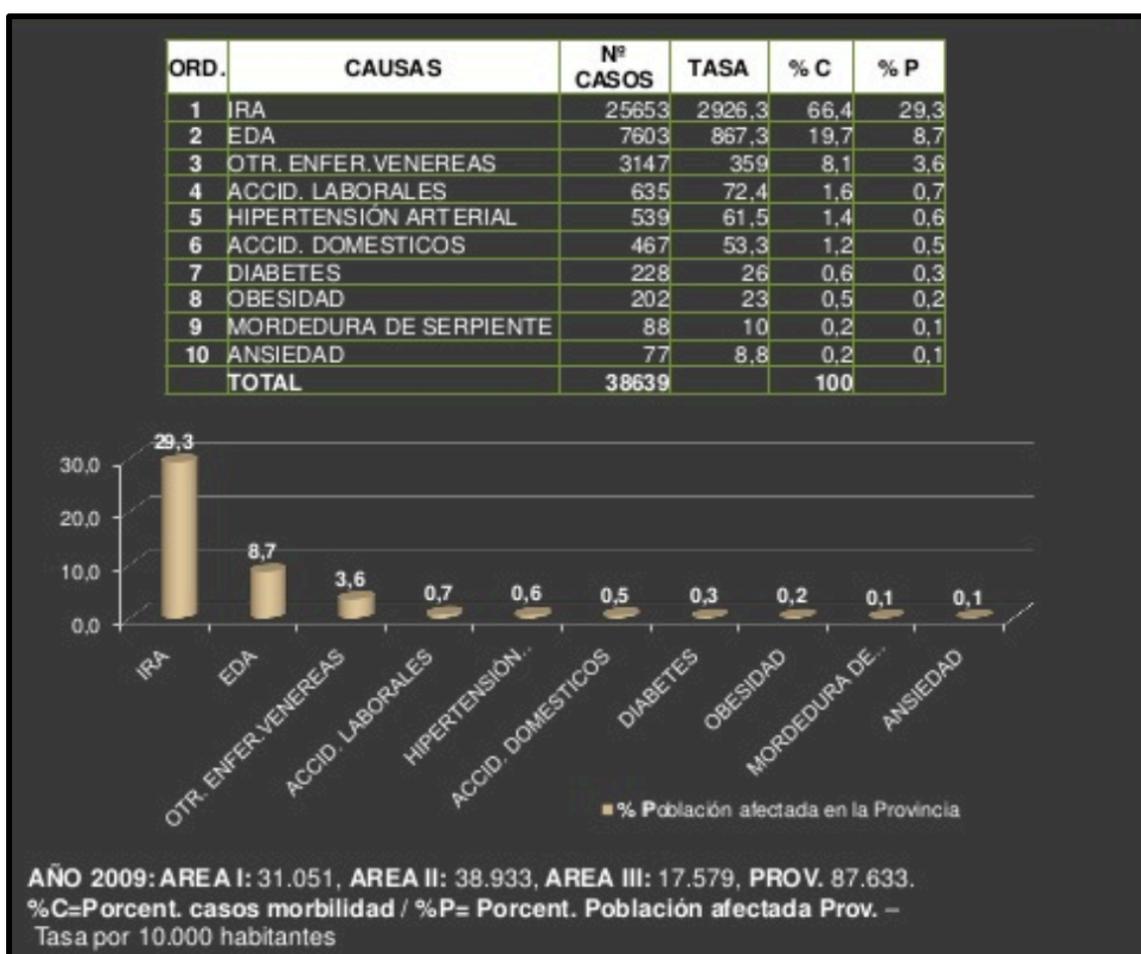


Figura 35

Fuente y elaboración: Gobierno Provincial de Zamora-Chinchipe¹²⁶.

¹²⁵ La Información sobre las causas de muerte de los ecuatorianos, es oficial y está disponible en Internet en: <http://www.ecuadrencifras.gob.ec/vdatos/> El Autor la consultó el 21 de noviembre de 2017.

¹²⁶ La información está disponible en Internet en: <https://es.slideshare.net/cogt2010/sigzamora-chinchipe/16>. El Autor la consultó el 21 de noviembre de 2017.

Los decesos por causa de las diarreas (EDA), ocupan el segundo lugar y el tercero con enfermedades de transmisión sexual, datos que tampoco difieren del promedio nacional.

Solo como dato positivo está la hipertensión arterial como causa de muerte que en el caso de Zamora-Chincipe es el cero coma seis por ciento (0,6%) mientras, a nivel nacional, es de veinte y dos coma cero nueve por ciento (22,09%).

4.2. Resolución de problemas complejos y la utilidad del pensamiento transdisciplinar

Habíamos dicho que cuando un problema conlleva demasiadas variables y los actores y valores involucrados son considerables, *“La ciencia dividida en disciplinas tiene que convertirse en ciencia transdisciplinaria y la razón debe reconciliarse con la pasión”* (Funtowicz, et. al. 2000, 59).

Como vemos las variables que involucran el problema de la minería en el sur del Ecuador, especialmente en la provincia de Zamora-Chinchipec son, resumiendo en grandes líneas, las siguientes:

1. La zona donde se asientan los proyectos es de altísima biodiversidad, quizás una de la más importantes del mundo.
2. Los dos sitios de la minería están en la parte alta de la cuenca del río Amazonas por lo que, la gestión de los desechos, se vuelve extremadamente sensible.
3. Las reservas probadas de oro, cobre y plata son muy significativas para el Estado ecuatoriano.
4. La población del sector es heterogénea. Cuenta con habitantes catalogados como mestizos, pero también perviven las etnias Shuar, nativa del lugar; y, Saraguro, cuyo asentamiento principal está en la provincia de Loja.
5. La población que vive en la provincia de Zamora-Chinchipec, es de las más pobres del país.

A su vez cada una de estas cuatro grandes líneas tiene una serie de variables que las hacen, por si mismas, complejas.

El problema de la gestión de la biodiversidad, ha sido abordado desde diferentes perspectivas y existen propuestas para hacerlo también desde una perspectiva

transdisciplinar. Por ejemplo, en Bolivia, se realizó un seminario en el que se abordó la gobernabilidad social de las áreas protegidas y la biodiversidad en Bolivia y América Latina. El evento terminó con un libro que recoge una serie de experiencias de cómo, una gestión de carácter más abierto a diferentes disciplinas y diferentes actores, puede ser más eficiente. En una de las ponencias, textualmente, se dice:

“Hay una necesidad urgente de volver a plantear el objetivo del área y abrir espacios de consenso entre el Estado y las comunidades locales. Solo en este contexto se podría lograr implementar propuestas de manejo que sean compatible (sic) con la realidad ecológica, social y económica del área, y pretender alcanzar la sostenibilidad en la gestión de los recursos de la Cordillera del Tunari” (Bolliat, S., 372).

De hecho, en su artículo Bolliat, alega que se deben integrar los factores de cosmovisión de los habitantes del sector si se quieren tener unos resultados que produzcan consenso e, incluso, un aprovechamiento racional de los recursos que posee esa cordillera boliviana.

El tema de la gestión ambiental, debe enmarcarse en el Convenio sobre la Diversidad Biológica¹²⁷ de la que el Ecuador es suscriptor; y sobre el Plan estratégico para la Diversidad Biológica, 2011-2020 que se deriva de este acuerdo internacional.

“La conservación de la diversidad biológica es un interés común de toda la humanidad. El CDB cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. También cubre la biotecnología a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación hasta la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más” (Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB, 2017, 1)¹²⁸.

¹²⁷ El convenio íntegro se encuentra disponible en el sitio de Internet <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf> El Autor lo consultó el 21 de noviembre de 2017.

¹²⁸ Ibid

Es decir, en el marco de este acuerdo internacional, se deberían haber pensado desde las contrataciones entre las empresas y el Estado ecuatoriano, hasta los protocolos para la explotación de las dos grandes minas.

Uno de los aspectos quizás más preocupantes en este aspecto y que, seguramente, requiere de una visión que vaya un poco más allá que el de la biología, pues implica recursos, financiamiento, decisión política, es saber si tenemos un censo real sobre la biodiversidad existente en el área de las explotaciones mineras, especialmente en la de “mirador” por ser de cielo abierto.

Sobre esto, el mismo Convenio sobre la Diversidad Biológica, establece:

“Según el principio de precaución, cuando haya peligro de considerable reducción o pérdida de diversidad biológica, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas que impidan o minimicen dicho peligro” (Ibid).

Entonces, en cambio, para las medidas que minimicen el peligro, deberán intervenir otras disciplinas.

Una de las cosas que más preocupa es el hecho (se desprende de la propia visión de la empresa) de que no se evidencia una especial vocación por el cuidado de las especies vegetales y que solo se haya acordado el traslado de las especies faunísticas, y olvidando por completo especies vegetales y los microorganismos, que son parte de nuestra biodiversidad.

Se puede alegar que esto es una exageración, sin embargo, no podemos dejar de señalar que, parte de los grandes aportes al progreso mundial, han venido desde la microbiología. Basta, como ejemplo, citar el tema de la penicilina y su procedencia de carácter fúngico.

Sobre el tema de la biodiversidad en los Andes Tropicales, la necesidad de su catalogación, y el hecho de ser el mayor sitio de biodiversidad del mundo, Peter Raven

(2012), Presidente del Jardín Botánico de Missouri, en el prólogo de un libro que, sobre la biodiversidad de los Andes Tropicales, se publicara en 2012, sostenía:

“Los Andes Tropicales, objeto de esta novedosa publicación, probablemente sean más ricos en biodiversidad que cualquier zona comparable de la Tierra: las interacciones entre las especies que componen el diverso y maravilloso conjunto de ecosistemas de la región deben ser, por tanto, aún más complejas que en otros lugares. Es probable que aproximadamente la sexta parte de la biodiversidad del planeta se encuentre en los cuatro países que conforman esta región, presentando un grado de riqueza que contaría con, al menos, dos millones de especies, solo de organismos eucariotas (todos los organismos a excepción de las bacterias) – animales, plantas, hongos y microorganismos. Posiblemente, menos del 10% de las especies de estos grupos presentes en la región hayan sido catalogadas y nombradas, por lo tanto la gran mayoría de ellas son aún científicamente desconocidas” (Raven, P., 2012, vii).

Esto es muy grave. La humanidad no es consciente de la riqueza que tiene en esta parte del planeta. De hecho, en el país, ya se han presentado, en el devenir histórico, importantes aportes al género humano. El Ecuador, gracias a su biodiversidad, contribuyó con en el descubrimiento y mundialización de la quinina, medicamento usado contra el paludismo y que proviene del árbol de la cascarilla, detectado por primera vez en los bosques de Uritusinga, muy cerca de la ciudad de Loja. Este hecho está documentado en un libro titulado “El Descubrimiento y Distribución de la Cinchona Pitayensis en el Ecuador”, escrito por William Campbell Steere en 1944.

Es decir, los temores no son infundados. No conocemos, con seguridad, la biodiversidad de la zona y, con ello, las posibilidades que pueda tener para el planeta en su conjunto.

En el tema del agua, y su posible contaminación, algunos estudios que, sobre el río Amazonas, se han venido realizando, se han llevado de manera transdisciplinar, aunque no se haya usado específicamente la palabra.

En 1996 se publicó un reporte sobre sus orígenes:

“En la Expedición multinacional han participado representantes de instituciones científicas y académicas como la Sociedad Geográfica de Lima, Academia Rusa de la Ciencia, Pontificia Universidad Católica del Perú y la Marina de Guerra del Perú, es una suerte de proyecto-organización y constituye "un esfuerzo concreto por conocer científicamente, en el terreno, el verdadero origen de un hecho natural de especial significación como es el río Amazonas". (Novoa, Z., 1996, 117).

El informe nos ayuda a contextualizar el hecho, pues manifiesta que la cuenca del Amazonas es una enorme depresión geográfica que empieza en los Andes Tropicales y termina en el Océano Atlántico. El río Amazonas actúa como un colector de un inmenso sistema hídrico en el que tienen que ver Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Guyana, Venezuela y Brasil. Es decir, la cuenca amazónica está repartida en siete naciones diferentes. (cf. Novoa, Z., Op. Cit, 120).

Entonces las posibilidades de contaminación son enormes, pero también la oxigenación que el río tiene por su largo trayecto, al que, de hecho, en el mismo informe, se lo denomina como «el más grande del planeta».

La cuenca alberga aproximadamente siete millones de kilómetros cuadrados. El caudal del río se estima en ciento cincuenta mil metros cúbicos por segundo de descarga promedio en el Atlántico y su longitud se estima en siete mil kilómetros lineales. (cf. Novoa, Z., op. cit, 121).

Un río, con una cuenca tan grande, evidentemente, no puede tener un origen único. Estamos, en realidad, hablando de un sistema fluvial, que cuenta con una gran cantidad de afluentes. Sin embargo, cuanto más altos estén puede que tengan mayor importancia en temas de contaminación.

“In southern Ecuador and northern Peru the Andes form an intricate mosaic of mountain systems, some of them running from north to south and others from east to west. At this point, the Northern Andes not only get lower, but also loose

*humidity around the confluence of the Chinchipe River with the Marañón and Huancabamba rivers*¹²⁹” (Josse, C., et.al., 2012, 153).

Esto nos indica que los proyectos mineros se están trabajando en una parte muy importante para los inicios de la humedad del gran río.

La compañía Lundin Gold ha conseguido derechos sobre noventa y siete coma veinte y cinco litros por segundo de agua (97,25 l/s):

*“Lundin Gold holds seven water rights under a number of water tenures that collectively allow for 97.25 L/s of extraction. Six rights were granted for exploration purposes, and one water right allows for human consumption. The 2016 FS envisages that Lundin Gold will not be applying for an overall water permit for industrial usage for mining activities, since the water that is proposed to be used will be from secondary, not primary, sources*¹³⁰” (Lipiec, P., 2016, 4).

Es decir, según este reporte, la empresa no tiene previsto solicitar un permiso para uso industrial del agua para actividades mineras, por cuanto se trata de fuentes secundarias y no primarias. Sin embargo, no podemos dejar de anotar que, aunque sean secundarias, todas están dentro de la cuenca del Río Amazonas.

El mismo informe alerta sobre dos cosas: la existencia de agua subterránea y las posibilidades de contaminación:

“Groundwater is expected to inflow into the underground mine from the fractured bedrock around the mine itself and from geological structures. The total groundwater inflow will not be large compared with many other mines around the world, and could be dealt with by in-mine pumping, but the

¹²⁹ En el sur de Ecuador y el norte de Perú, los Andes forman un intrincado mosaico de sistemas montañosos, algunos de ellos de norte a sur y otros de este a oeste. En este punto, los Andes del Norte no solo bajan, sino que también se pierde la humedad alrededor de la confluencia del río Chinchipe con los ríos Marañón y Huancabamba. Traducción del Autor.

¹³⁰ Lundin Gold tiene siete derechos de agua bajo una cantidad de tenencias de agua que colectivamente permiten 97.25 L / s de extracción. Se otorgaron seis derechos para fines de exploración, y un derecho de agua permite el consumo humano. El FS 2016 prevé que Lundin Gold no solicitará un permiso general de agua para uso industrial para actividades mineras, ya que el agua que se propone utilizar será de fuentes secundarias, no primarias. Traducción del Autor. Disponible en Internet en: http://www.lundingold.com/i/pdf/technical-reports/2016-04-30_Technical_Report.pdf El Autor la consultó el 23 de noviembre de 2017.

combination of the water with poor ground conditions and the mining methods could have an influence on mining productivity. Rock within the mining area is potentially acid-generating (PAG); hence, water that flows through the mine is assumed to need treatment before being discharged to the environment¹³¹.”
(Lipiec, P., 2016, 20, op. cit.).

El informe de Lipiec, (2016, 20-21) señala que todas las aguas se conducirán hacia un sistema de desagüe único que, de fallar, trae un riesgo de contaminación:

“All the water flow generated in the mine (infiltrated, industrial and paste fill water) will be managed in a single dewatering system. The system assumes that water flows running on ramps, declines and drifts is collected by gravity in a sump on each production level. Where gravity flow is not possible, a sump pump will be used to conduct water to the sump¹³².”

Como vemos, en el caso de la extracción de oro, pueden existir riesgos de contaminación relacionados con el agua.

En todo caso el proyecto “Fruta del Norte” contempla un programa de manejo del agua. Por la importancia del tema nos vamos a permitir una cita extensa en la que Lipiec, (2016, 29-30) describe el proceso relacionado con el agua:

“Four main types of water will need to be managed during construction and operations:

- *Non-contact water: Water (either runoff from precipitation or flowing in natural streams) whose quality is not impacted by the project infrastructure and activities*

¹³¹ Se espera que el agua subterránea ingrese a la mina subterránea desde el lecho rocoso fracturado alrededor de la mina misma y desde las estructuras geológicas. El flujo total de agua subterránea no será grande en comparación con muchas otras minas en todo el mundo, y podría tratarse con bombeo en la mina, pero la combinación del agua con malas condiciones del suelo y los métodos de minería podrían influir en la productividad minera. La roca dentro del área minera es potencialmente generadora de ácido (PGA); por lo tanto, se supone que el agua que fluye a través de la mina necesita tratamiento antes de ser descargada al medio ambiente. Traducción del Autor.

¹³² Todo el flujo de agua generado en la mina (agua infiltrada, industrial y de relleno de pasta) se gestionará en un único sistema de desagüe. El sistema asume que los flujos de agua que corren en rampas, declives y derivas se recolectan por gravedad en un sumidero en cada nivel de producción. Donde no sea posible el flujo de gravedad, se usará una bomba de sumidero para conducir el agua al sumidero. Traducción del Autor.

- *Unaffected contact water: Water that is likely to have had a sediment load increase but not subject to chemical/biological impact requiring treatment other than total suspended solids (TSS) removal in order to meet water quality regulations. Requires TSS removal only, prior to discharge to a natural water course; no water treatment plant is required*

- *Affected contact water: Water that must be sent to a water management pond and a water treatment plant (WTP) prior to being discharged to the environment.*

- *Neutral water: Groundwater collected above the orebody at the underground mine. Requires TSS removal and/or primary treatment only (depending on the quality parameters) prior to being discharged.*

Six water treatment plants are planned, and will include:

- *Two domestic water treatment plants: one will be located at the camp site and the other at the process plant*

- *A sewage treatment plant will be located at the camp site. The process plant sewage will be managed using septic tanks*

- *A main effluent water treatment plant that will be located at the process plant site and will treat most of the affected contact water from the site*

- *The Hollin Borrow Pit water treatment plant that will be located close to the aggregate plant and will treat affected contact water from the borrow pit area*

- *An existing plant at the site will be used during the first year of mine dewatering; it then will be moved to the mine portal area.*

Four water management work types are proposed:

- *Diversion works: To divert non-contact storm water to prevent it from reaching the site during the construction and operations phases of the project. These comprise riprap interception works, lined channels and creek riprap discharge works. They also include slope drainage systems for mass earthworks*

- *Contact water works: To manage affected and unaffected water during the construction and operations phases. These comprise sumps, water management ponds, chutes (steep slope conduits), energy dissipaters, water treatment plants, pumping systems and emergency discharge works to natural water courses*

- *Neutral water works: To deal with groundwater from the dewatering wells above the deposit. These comprise a pumping system, a water management pond and a discharge to the Machinaza River*
- *Secondary and minor drainage networks: To be located within the facilities for non-contact and contact water, including small sumps, downspouts, and minor collecting pipes. These works have not been designed at the feasibility level¹³³* (Lipiec, P., 2016, 29-30).

Como vemos, el informe señala que parte de las aguas se verterán sobre el río Machinaza, afluente del río Amazonas. No se dice nada de las regulaciones estatales, ni se habla de medidas de contaminación que luego puedan ser contrastadas por otros agentes (estatales o independientes e incluso académicos).

La humanidad aun no dispone de un gran balance hídrico que le permita saber, con exactitud, cuál es la cantidad de agua con la que cuenta el planeta, sin embargo, estamos seguros, el caudal del Amazonas también será una de las fuentes de agua dulce más importantes de la tierra. Con ello, el deber de preservarlo es mayor.

¹³³ Cuatro tipos principales de agua necesitarán ser manejados durante la construcción y las operaciones:

- Agua sin contacto: agua (ya sea escorrentía por precipitación o flujo en corrientes naturales) cuya calidad no se ve afectada por la infraestructura y las actividades del proyecto
 - Agua de contacto no afectada: agua que probablemente ha tenido una carga de sedimento pero que no está sujeta a impactos químicos / biológicos que requieren un tratamiento diferente a la remoción total de sólidos suspendidos (SST) para cumplir con las normas de calidad del agua. Requiere la remoción de TSS solamente, antes de la descarga a un curso de agua natural; no se requiere una planta de tratamiento de agua
 - Agua de contacto afectada: agua que debe enviarse a un estanque de gestión del agua y una planta de tratamiento de agua antes de ser descargada al medio ambiente.
 - Agua neutral: aguas subterráneas recolectadas sobre el yacimiento en la mina subterránea. Requiere eliminación de TSS y / o tratamiento primario solamente (dependiendo de los parámetros de calidad) antes de ser dado de alta.
- Se planean seis plantas de tratamiento de agua, e incluirán:
- Dos plantas de tratamiento de agua domésticas: una se ubicará en el campamento y la otra en la planta de proceso
 - Una planta de tratamiento de aguas residuales se ubicará en el campamento. Las aguas residuales de la planta de proceso serán manejadas usando tanques sépticos
 - Una planta principal de tratamiento de agua de efluentes que se ubicará en el sitio de la planta de proceso y tratará la mayor parte del agua de contacto afectada del sitio.
 - La planta de tratamiento de agua Hollín Borrow Pit que se ubicará cerca de la planta de agregado y tratará el agua de contacto afectada del área de préstamo
 - Se utilizará una planta existente en el sitio durante el primer año de deshidratación de la mina; luego se moverá al área del portal de la mina.

Se proponen cuatro tipos de trabajo de gestión del agua:

- Desvío funcional: para desviar el agua de tormenta sin contacto para evitar que llegue al sitio durante las fases de construcción y operaciones del proyecto. Estos comprenden trabajos de intercepción de rippers, canales revestidos y trabajos de descarga de riprap de arroyo. También incluyen sistemas de drenaje de pendientes para movimientos de tierras masivos
 - El agua de contacto funcional: para gestionar el agua afectada y no afectada durante las fases de construcción y operaciones. Estos comprenden sumideros, estanques de gestión de agua, conductos (conductos de pendiente pronunciada), disipadores de energía, plantas de tratamiento de agua, sistemas de bombeo y obras de descarga de emergencia para cursos de agua naturales
 - Obras de agua neutra: para tratar el agua subterránea de los pozos de desagüe que se encuentran encima del depósito. Estos comprenden un sistema de bombeo, un estanque de gestión del agua y una descarga al río Machinaza
 - Redes de drenaje secundarias y terciarias: que se ubicarán dentro de las instalaciones para el agua sin contacto y contacto, incluidos sumideros pequeños, bajantes y tuberías colectoras menores. Estos trabajos no han sido diseñados a nivel de factibilidad.
- Traducción del Autor.

Por otra parte, están las condiciones económicas del Ecuador y las reservas mineras de la zona. Estamos hablando de un país cuya deuda externa llega a veinte y cinco mil doscientos setenta millones de dólares, lo que equivaldría a la tercera parte de las reservas encontradas en la zona.

La deuda consolidada del Estado ecuatoriano, se estima en cuarenta y dos mil millones de dólares. Es decir que, pagando todas sus deudas con los depósitos mineros de la zona, el estado aún podría disfrutar de una bonanza que supera un año entero del presupuesto actual.

Sin embargo, las cosas no son tan fáciles. Estamos hablando de contratos con empresas provenientes de dos de los países más grandes e importantes del planeta: Canadá y China.

Una negación de estos compromisos tendría severas y graves consecuencias para el Ecuador.

El problema, en este ámbito, también es muy delicado y requiere un prudencial y pensado trato. Implica, por supuesto, una participación activa de la sociedad ecuatoriana, incluyendo los moradores de los territorios donde se asientan los yacimientos.

La heterogeneidad de la población de Zamora es muy interesante. El Ecuador es un país también muy diverso en ese sentido.



Figura 36

Elaboración: Diario La Hora

En el territorio, dónde se desarrollan los dos grandes proyectos mineros, habitan, como se ve en la figura, indígenas Shuar, pero también hay relación con los Kichwa. Por otro lado, la provincia de Zamora ha sido destino para cientos de indígenas Saraguro que se trasladan desde la vecina provincia de Loja.

El otro grupo poblacional importante, que ya habíamos señalado, son los considerados como mestizos.

La estructura de la población, desde esta perspectiva, es la siguiente:

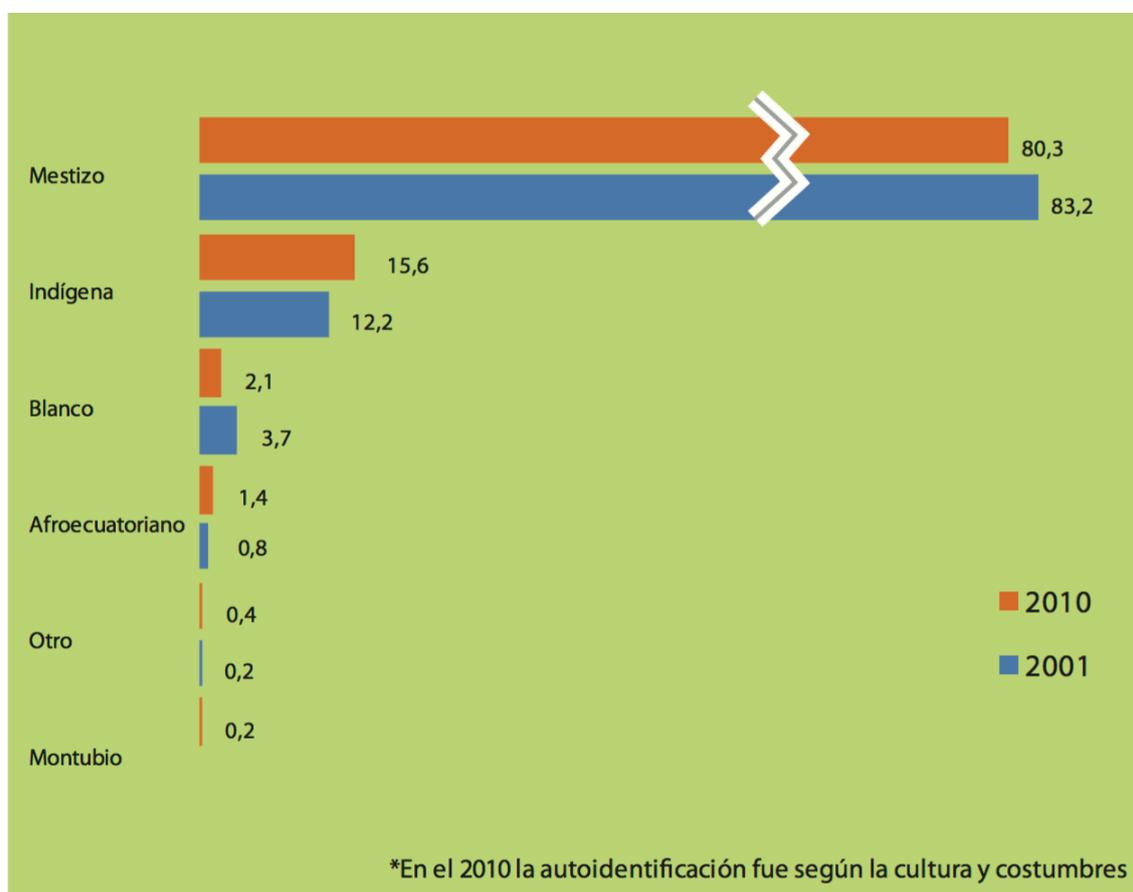


Figura 37

Elaboración: Inec, 2017¹³⁴

Los mestizos son la mayoría, pero los afectados más directos son las etnias que, están asentadas en las cercanías de los proyectos.

Aunque no hay evidencia empírica, se estima que el grupo mestizo puede estar más interesado en la explotación de los yacimientos mientras que los grupos indígenas en la preservación del medio ambiente. Esto se infiere por las especiales condiciones de pobreza y a la cosmovisión propia de las nacionalidades.

¹³⁴ Estructura de la población del Ecuador. Disponible en Internet en http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/zamora_chinchiipe.pdf El Autor lo consultó el 21 de noviembre de 2017.

De ser cierta esta afirmación, el riesgo de conflicto es mayor. Por otra parte, la zona no ha sido ajena a los conflictos. Los yacimientos se encuentran en las faldas de la “Cordillera del Cóndor” lugar emblemático en una larga lista de conflictos territoriales que mantuvieron Perú y Ecuador a lo largo de los siglos XIX y XX.

En efecto, en el año 1981 se produjo una guerra entre los dos países sudamericanos en este hito geográfico. En el conflicto, fue clave la participación de soldados provenientes de las distintas nacionalidades por su alto grado de conocimiento sobre el terreno.

La guerra se cerró, al parecer de manera definitiva, tras la firma de acuerdos de paz entre los presidentes Mahahuad y Fujimori en 1999. Pero allí empezaron otros, esta vez de carácter intra-territorial:

“La inminente pacificación derivada de la firma de los acuerdos entre los gobiernos de Ecuador y Perú en 1998 y el comportamiento del mercado mundial del cobre, influyeron en el interés demostrado por varias empresas en este sector. La llegada de la compañía canadiense Current Resources a través de su filial nacional Ecuacorriente S.A. (ECSA) marcó definitivamente el devenir de los conflictos en la zona. En 1999, se iniciaron trabajos de exploración avanzada, para lo cual se instaló un campamento en el sector de San Carlos y se contrataron los servicios de varias empresas de perforación; las que en forma secuencial y detallada realizan labores desde el año 2000 hasta el 2005 arrojando datos que confirman la existencia de un gran yacimiento de cobre”. (Ortíz, P., 2011, 11).

De alguna manera la población del sector está habituada a los conflictos, pero estos, son nuevos, tienen características diferentes.

Además, otro factor está surgiendo. Con la presencia de las minas y el conflicto bélico que vive Colombia, grupos de emigrantes empiezan a llegar al cantón Yantaztza, lugar poblado más importante y cercano a los proyectos mineros:

“La población de colombianos identificada en esta investigación, se ha trasladado hacia el Ecuador desde la frontera norte, esta clase de procesos

tiene una historia muy corta provocada especialmente por conflictos armados internos que libra el Gobierno colombiano con grupos armados irregulares tales como la guerrilla y paramilitares, además de la delincuencia organizada, narcotráfico, sicarito, fumigaciones para la erradicación de cultivos de coca y una crisis económica reinante en Latino América, estos, además de muchos otros, son problemas que justifican a estos colectivos poblacionales a dejar sus tierras con la esperanza de encontrar seguridad, empleo y un futuro mejor para sus familias. Este es el caso de un grupo de afro – colombianos (en su gran mayoría) residentes en el Cantón Yantatza de la Provincia de Zamora Chinchipe zona minera por excelencia situado en la zona sur del Ecuador” (Pérez, S., 2017, 1).

Las condiciones socio-económicas de estas personas no son las mejores y constituyen un grupo altamente vulnerable (cf. Pérez, 2017). Esto se suma al estado general de la provincia donde la mayoría de las personas no goza de un empleo pleno y se dedican a actividades de iniciativa propia:



Figura 38

Diseño y elaboración: INEC, 2017, 4.

El cuarenta y uno coma tres por ciento (41,3%) de la población, trabaja de manera libre, pero esto quiere decir que no tienen acceso a la seguridad social y, con ello, a un plan previsional para la vejez. Se tratan de, como los cataloga el propio Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, «empleos no plenos».

“Empleo adecuado/Pleno: Personas con empleo que, durante la semana de referencia, perciben ingresos laborales iguales o superiores al salario mínimo, trabajan igual o más de 40 horas a la semana, independientemente del deseo y disponibilidad de trabajar horas adicionales. También forman parte de esta categoría, las personas con empleo que, durante la semana de referencia, perciben ingresos laborales iguales o superiores al salario mínimo, trabajan menos de 40 horas, pero no desean trabajar horas adicionales”. (INEC, 2016, 7).

Luego, como se ve, el segundo empleador es el Estado y, en tercer lugar, se encuentran oficios como el de jornalero o peón que también entran en la categoría de empleos no plenos y que sufren de las mismas precariedades que los anteriores.

La empresa privada, que en cualquier economía que se vaya fortaleciendo debería ser la principal fuente de empleos, solo otorga un once coma siete por ciento (11,7%) del total de las plazas de trabajo en la provincia. A esto se suman una escala que no se entiende muy bien, pero a la que el INEC (2017), la califica como «*trabajador no remunerado*», cosa impensable en un Estado de derecho, pero que, en este caso, afecta al dos coma uno por ciento de la población (2,1%).

Si se suman los porcentajes de empleos por cuenta propia, jornalero o peón y el de trabajador no remunerado, tenemos que el cincuenta y nueve coma ocho por ciento de la población (59,8%) está en condiciones laborales precarias.

Para agudizar el problema, el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, no cita la cifra de desempleo en la provincia de Zamora-Chinchipec.

Las condiciones de empleo no pleno y su repercusión en la falta de seguridad y previsión de jubilación para la vejez, con los consiguientes problemas futuros que esto traerá, se reflejan en el siguiente cuadro elaborado por el propio INEC (2017):

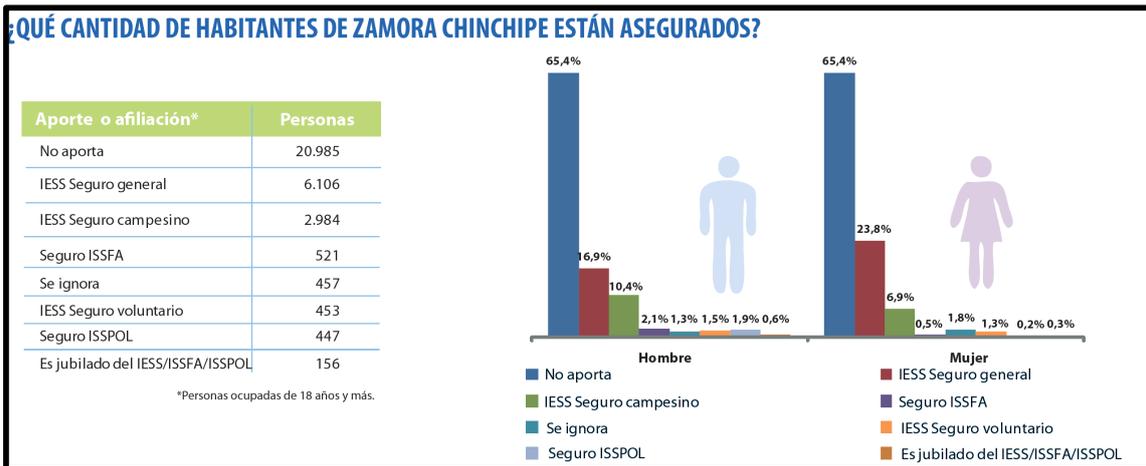


Figura 39

Diseño y elaboración: INEC, 2017, 3.

Es sumamente grave que una media del sesenta y cinco por ciento (65%) de la población no esté aportando para su jubilación. ¿Qué pasará con esta ciudadanía cuando necesiten de cuidados especiales que, eventualmente, llegan con la edad?

A pesar de la inmensa riqueza que, hemos visto, posee la provincia de Zamora-Chinchipe en aspectos mineros o de la biodiversidad, las condiciones económicas de la población son altamente preocupantes.

La ocupación de la gente está, básicamente, relacionada con trabajos que no requieren una mano de obra especializada, ni mayor preparación para su desempeño.

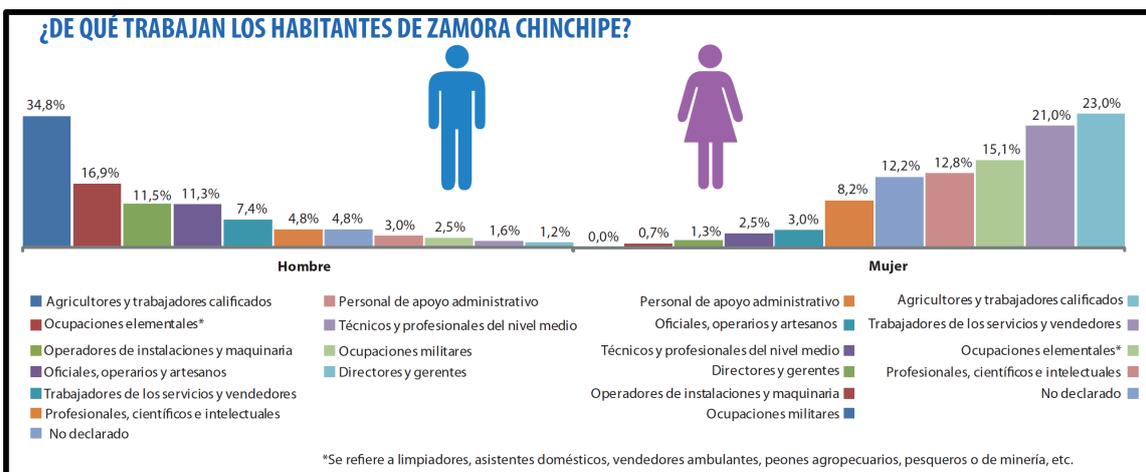


Figura 40

Datos y elaboración: INEC, 2017, 4.

Esto se entiende, porque los promedios de años de escolaridad, en el área urbana, están en diez coma siete años (10,7) y en los sectores rurales en siete coma tres años (7,3). Es decir, la mayoría de la población de la provincia, tiene una escolaridad apenas superior a la educación básica, muy alejada de la formación técnica o universitaria.

Esto pone en riesgo su contratación, en las empresas mineras, especialmente para los puestos con más alta cualificación y que, con seguridad, serán los mejor remunerados.

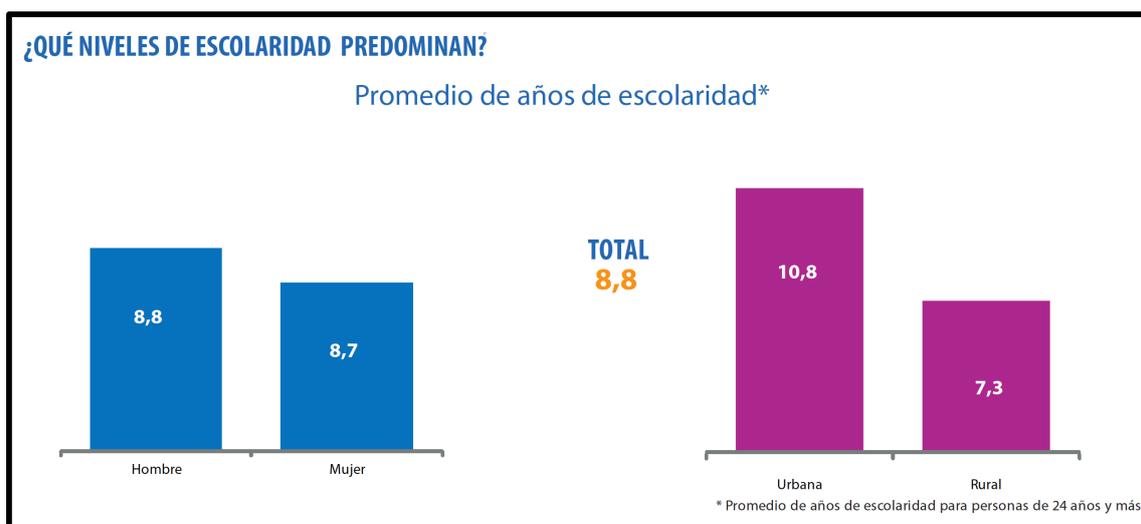


Figura 41

Diseño y elaboración: INEC, 2017, 4.

Una visión transdisciplinar, para abordar el problema de la minería en el sur del Ecuador, no puede dejar de tener en cuenta este fenómeno. La política pública debería enfocarse al tema del empleo y la educación, como parte del proceso de extracción de minerales, preservación de la biodiversidad o de ambos, de manera combinada.

Frente a esto podemos analizar la importancia de un principio transdisciplinar para abordar el problema de manera holística, en su conjunto.

Sabemos que la zona es de altísima biodiversidad y que se requiere, en la mayor medida posible, de un catálogo de las especies que habitan en el lugar, en tres aspectos fundamentales: vegetal, animal, microbiano. En el aspecto vegetal, se debería catalogar especies tanto vasculares como no vasculares. En el tema animal, a su vez, se requieren

catalogar especies de aves, anfibios, mamíferos e insectos. En el microbio, su diversidad es incalculable pues pueden convivir miles de especies en apenas un puñado de tierra.

Por otra parte, se requiere conocer sus interacciones. Sobre este tema, el mundo científico construye una teoría que requiere profundizar su estudio para avanzar en el conocimiento.

“We argue theory on insect-plant interactions cannot progress realistically without consideration of the third trophic level. A closer look at the mechanisms of interactions reveals a paradox, and plants have many effects, direct and indirect, positive and negative, not only on herbivores but also on the enemies of herbivores. The third trophic level must be considered as part of a plant’s battery of defenses against herbivores”¹³⁵ (Price, P., et. al., 1980, 41).

Es decir, los niveles de complejidad son mayores de los que hasta ahora suponíamos, pues solo en la posibilidad de interacción que existe entre insectos y plantas puede haber todo un inmenso campo por descubrir.

Hasta ahora, para entender el problema de manera completa y su complejidad en el tema biológico, se requiere la intervención de biólogos, especializados unos en zoología otros en botánica, otros en herpetología, otros en entomología.

Claro, esto supone recursos económicos, por lo que se puede pensar en una primera fase donde un biólogo general intervenga y determine, con la mayor precisión posible, los campos de las sub-disciplinas que tendrían que trabajar de manera conjunta.

¹³⁵ Argumentamos que la teoría sobre las interacciones insecto-planta no puede progresar de forma realista sin considerar el tercer nivel trófico. Una mirada más cercana a los mecanismos de las interacciones revela una paradoja, y las plantas tienen muchos efectos, directos e indirectos, positivos y negativos, no solo en los herbívoros sino también en los enemigos de los herbívoros. El tercer nivel trófico se debe considerar como parte de la batería de defensas de una planta contra herbívoros. Traducción del Autor.

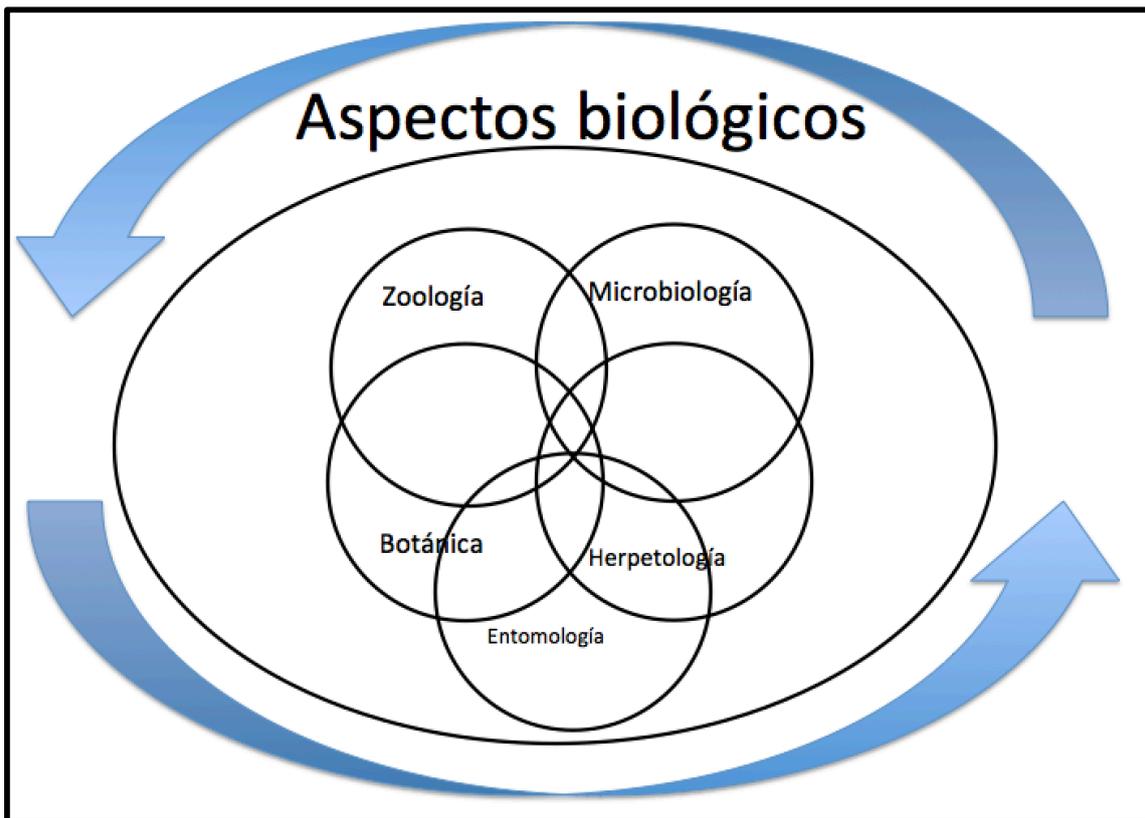


Figura 41

Elaboración: El Autor

El orden de intervención debería responder a un plan previamente elaborado y consensuado entre los expertos.

Luego, deberían considerarse algunos aspectos prácticos. Un estudio de esta naturaleza resulta costoso. Las personas, materiales, equipos requeridos son importantes y tienen un costo financiero. ¿Quién debería asumirlo? ¿El Estado como promotor de la intervención minera? ¿Se podría constituir en una exigencia a las empresas encargadas de la explotación?

La ley ecuatoriana demanda que los contratistas del Estado sean los que realicen estos estudios, pero no determina, con claridad, la profundidad que a la que deben realizarse, dispone estimar los efectos, pero nada dice de un inventario detallado de las especies que existentes en el lugar donde se inicie un proyecto:

“Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá: a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada” (Ley de Gestión Ambiental, publicada en el número 418 del Registro Oficial del Ecuador¹³⁶, el 10 de septiembre de 2004).

En principio se podría pensar que una reforma legal, considerando la alta biodiversidad del Ecuador, debería ser propuesta de manera urgente, de tal manera que se disponga que antes de iniciar cualquier proyecto que afecte zonas donde exista una biodiversidad de la que no se tienen datos, se establezcan estudios antes de autorizar su inicio. Sin embargo, esto puede ser tardío y la afectación más importante estaría sobre la población y no necesariamente sobre las empresas mineras, dado que la mayor deforestación de la zona se viene dando por actividades relacionadas con la ampliación de la frontera agrícola:

“Deforestation and fragmentation are major components of global change; both are contributing to the rapid loss of tropical forest area with important implications for ecosystem functioning and biodiversity conservation. The forests of South Ecuador are a biological ‘hotspot’ due to their high diversity and endemism levels. We examined the deforestation and fragmentation patterns in this area of high conservation value using aerial photographs and Aster satellite scenes. The registered annual deforestation rates of 0.75% (1976–1989) and 2.86% (1989–2008) for two consecutive survey periods, the decreasing mean patch size and the increasing isolation of the forest fragments show that the area is under severe threat. Approximately 46% of South Ecuador’s original forest cover had been converted by 2008 into pastures and other anthropogenic land cover types¹³⁷” (Tapia-Armijos, M., et. al., 2015, 1)

¹³⁶ En Ecuador el Registro Oficial es el equivalente al Boletín Oficial del Estado en España. Nota del Autor.

¹³⁷ La deforestación y la fragmentación son componentes principales del cambio global; ambos están contribuyendo a la rápida pérdida del área de bosque tropical con importantes implicaciones para el funcionamiento del ecosistema y la conservación de la biodiversidad. Los bosques del sur de Ecuador son un "punto de acceso" biológico debido a su alta diversidad y niveles de endemismo. Examinamos los patrones de deforestación y fragmentación en esta área de alto valor de conservación utilizando fotografías aéreas y escenas del satélite Aster. Las tasas anuales de deforestación registradas de 0,75% (1976-1989) y 2,86% (1989-2008) durante dos periodos consecutivos de estudio, el tamaño medio decreciente del parche y el creciente aislamiento de los fragmentos del bosque muestran que el área se encuentra bajo una grave amenaza. Aproximadamente el 46% de la cobertura forestal original del sur de Ecuador se convirtió en 2008 en pastizales y otros tipos de cobertura terrestre antropogénica. Traducción del Autor.

Una de las zonas más afectadas por efectos de las actividades agro-pastoriles de los habitantes es, justamente, el lugar de donde se van a establecer los proyectos mineros. De hecho, la cobertura vegetal ha sido significativamente afectada en la última década. Por ello, es aún más necesario y urgente realizar un inventario completo en las zonas antes de que se pierda lo que queda.

Esta afirmación se corrobora con lo que los propios autores de la cita anterior sostienen en un mapa que incluye ese artículo:

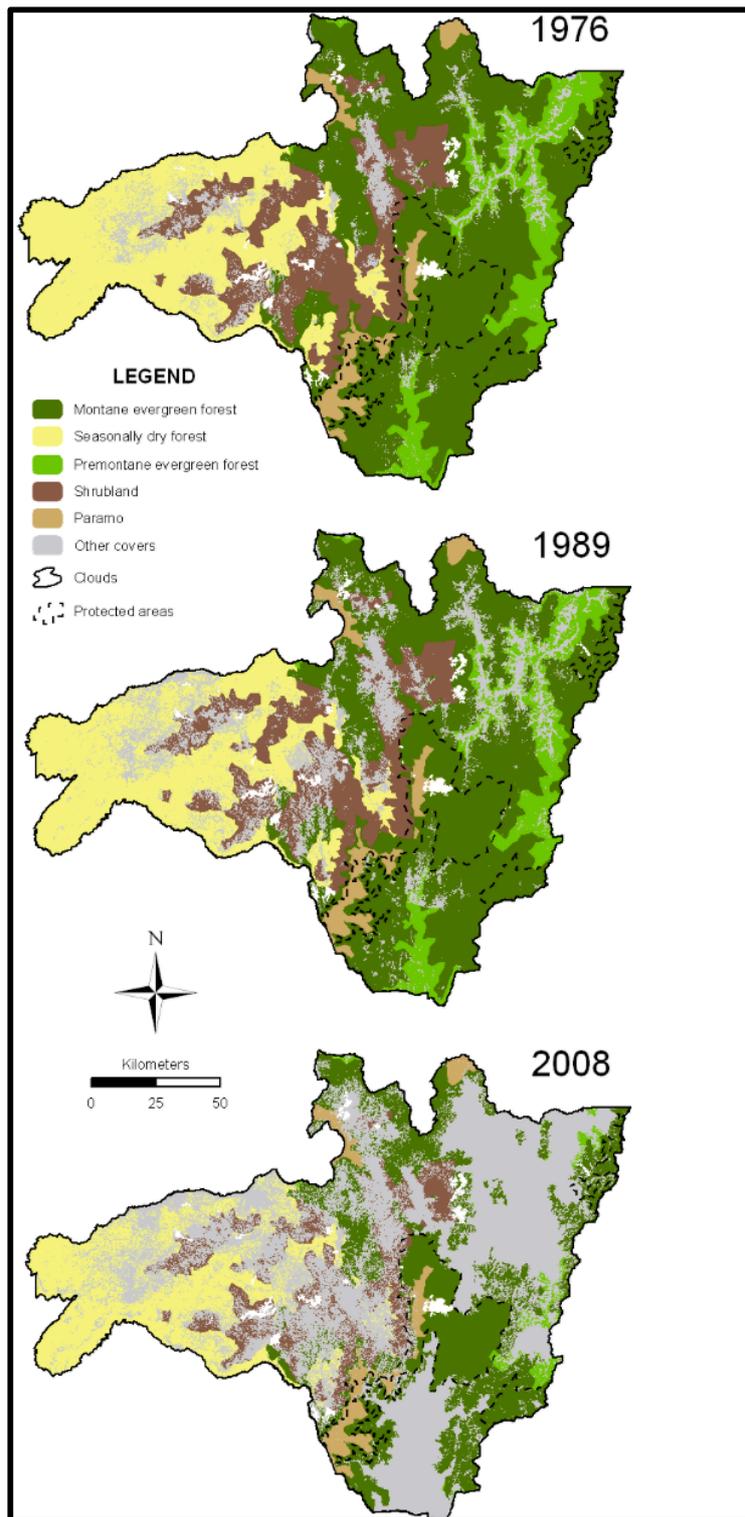


Figura 42

Elaboración: Tapia-Armijos, M., et.al., 2015, op.cit.

Sin embargo, la Ley tampoco establece con claridad estudios de este tipo para actividades extractivistas y sólo lo toca de una manera general:

“Art. 26.- En las contrataciones que, conforme a esta Ley deban contar con estudios de impacto ambiental, los documentos precontractuales contendrán las especificaciones, parámetros, variables y características de esos estudios y establecerán la obligación de los contratistas de prevenir o mitigar los impactos ambientales. Cuando se trate de concesiones, el contrato incluirá la correspondiente evaluación ambiental que establezca las condiciones ambientales existentes¹³⁸, los mecanismos para, de ser el caso, remediarlas y las normas ambientales particulares a las que se sujetarán las actividades concesionadas”. (Ley de Gestión Ambiental, op. cit.).

Por otra parte, esto nos incluye nuevos actores en el proceso: la Función Legislativa y la Función Ejecutiva del Estado ecuatoriano.

Una de las ventajas de la transdisciplinariedad consiste en que puede abarcar otros involucrados que no necesariamente estén en el campo científico, y puede ponerlos a dialogar. Las dos funciones más importantes del Estado podrían tener mayor información para legislar en este campo si existe un aporte y relación más amplia con el mundo científico.

Sobre el hecho de que los dos sitios mineros se encuentran en la parte alta de la cuenca del río Amazonas, nuevas disciplinas aparecen en este mapa de campo de conocimientos que queremos establecer en relación a la extracción minera en una zona de alta biodiversidad.

Evidentemente se necesita contar con hidrólogos que vayan explicando el fenómeno, pero no estarán fuera del tema los químicos y microbiólogos que permitan establecer las condiciones del agua antes y después de los procesos mineros. No puede estar ausente la

¹³⁸ El subrayado es del Autor.

geografía y los modernos sistemas de información geográfica que permiten geodireccionar zonas. Se deben estudiar las cuencas y sub-cuencas hidrográficas.

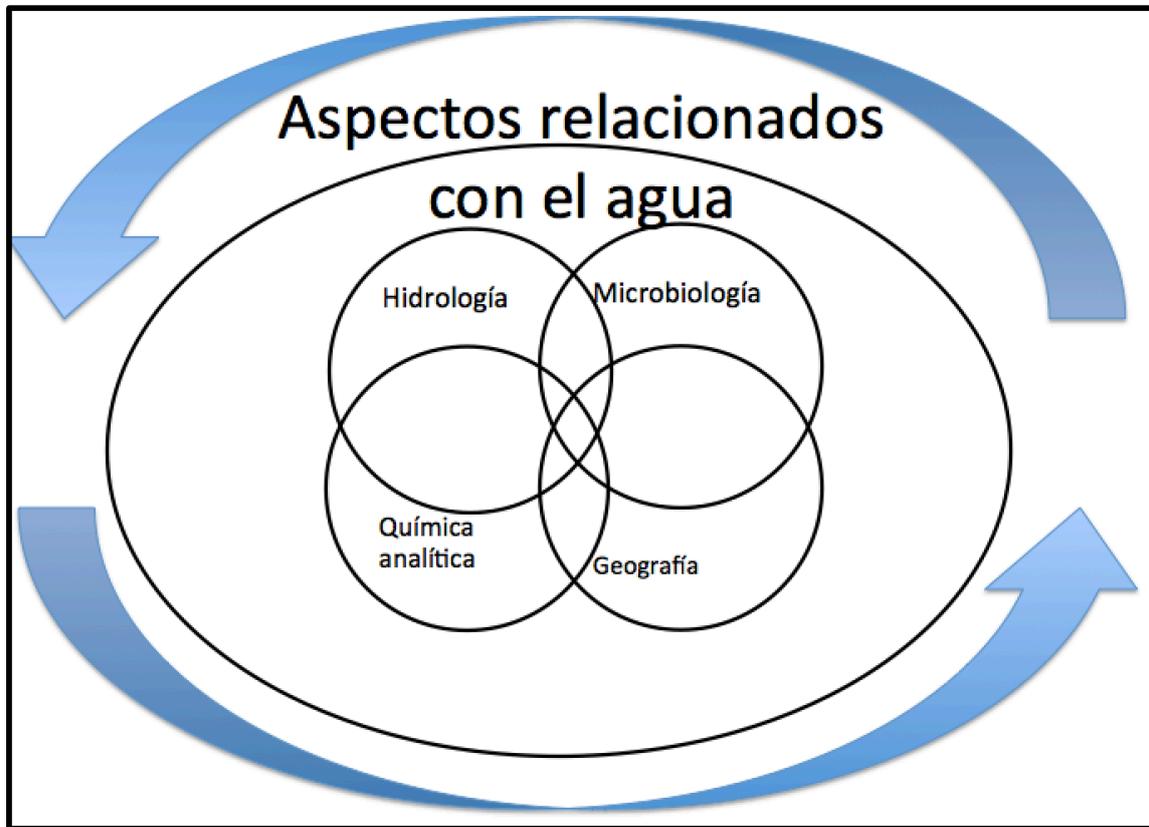


Figura 43

Elaboración: El Autor

De igual manera que en los aspectos biológicos, la prioridad y forma de intervención debe estar dada por consensos entre los expertos de las diferentes disciplinas.

En este tema, frente a la declaración de la propia Lundin Gold de no solicitar un permiso específico, nos parece que hay una contradicción con la Ley de Recursos Hídricos, Recursos y Aprovechamiento del Agua, vigente en el Ecuador desde 2014:

“Artículo 110.- Autorización de aprovechamiento. Las actividades mineras deberán contar con la autorización de aprovechamiento productivo de las aguas que se utilicen, que será otorgada por la Autoridad Única del Agua, de

conformidad con los procedimientos y requisitos establecidos en esta Ley y su Reglamento, para lo que se respetará estrictamente el orden de prelación que establece la Constitución, es decir, consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas. Al efecto, coordinará con la Autoridad Ambiental Nacional.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

También deberá obtenerse la autorización de uso del agua para consumo humano en campamentos” (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento, publicada en el Registro Oficial del Ecuador, número 305 del 6 de agosto de 2014).

Recordemos que la empresa Lundin Gold, en el reporte *Fruta del Norte Project Ecuador NI 43-101 Technical Report on Feasibility Study*, suscrito por Lipiec, P. et.al, (2016, op. cit.) declara públicamente que la compañía no solicitará permisos para uso industrial o minero del agua por cuanto el recurso que utilizarán provienen de fuentes secundarias y no primarias, cuando la ley, expresamente, obliga a pedir permiso incluso para el uso humano en los campamentos.

El control sobre esto es potestad de dos agencias que el Estado ecuatoriano mantiene: la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) y la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). El pensar esto, desde una manera transdisciplinaria, ayuda a que pueda producirse un diálogo y control sobre las actividades de la compañía.

Sobre el hecho de que las reservas de oro, plata y cobre, son muy significativas para el Estado ecuatoriano, aparecen otras disciplinas que deberían estar presentes dentro de este debate.

Evidentemente debe contarse con la mineralogía y la geología. Además entra el tema de la economía con sus variantes micro y macro.

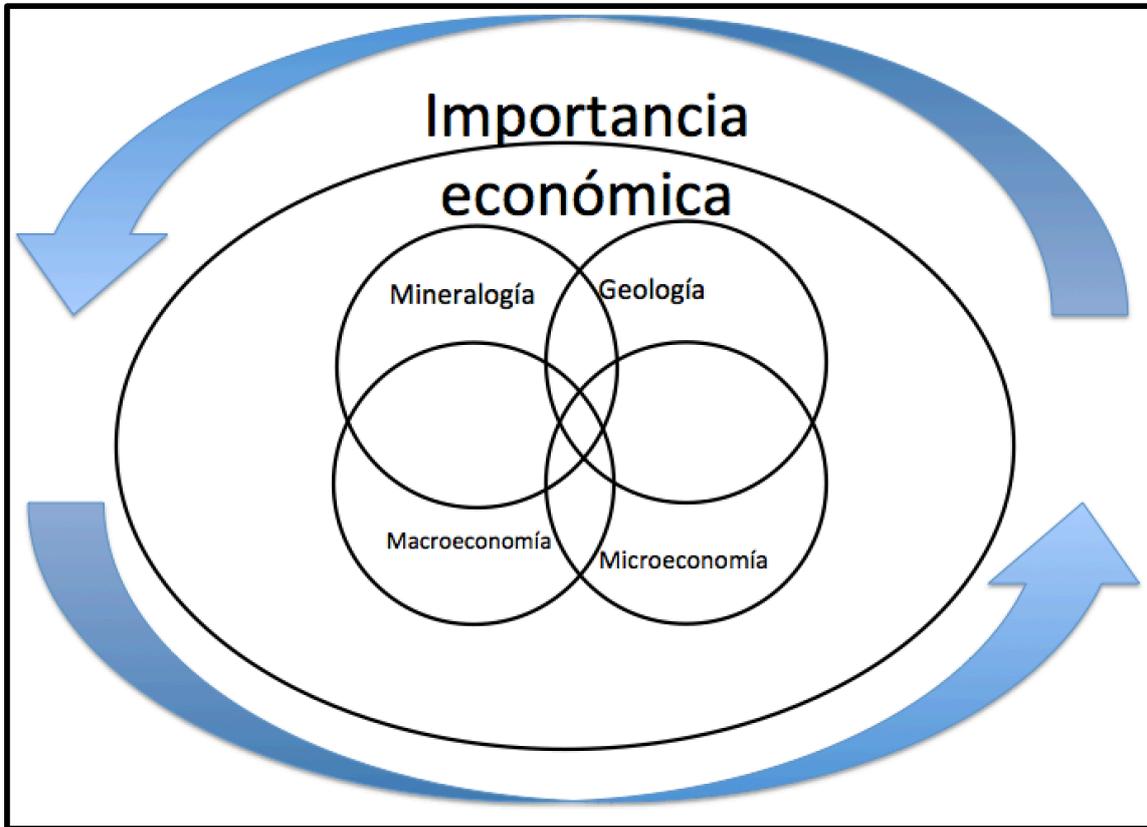


Figura 44

Elaboración: El Autor

Sin embargo, esto implica un debate más allá del campo científico. De hecho la Constitución del Ecuador prevé que para este tipo de situaciones se produzca una consulta previa a las comunidades involucradas. Esto señala el artículo 57 de la Carta Magna:

“La consulta previa, libre e informada, dentro de un plazo razonable, sobre planes y programas de prospección, explotación y comercialización de recursos no renovables que se encuentren en sus tierras y que puedan afectarles ambiental o culturalmente; participar en los beneficios que esos proyectos reporten y recibir indemnizaciones por los perjuicios sociales, culturales y ambientales que les causen. La consulta que deban realizar las autoridades

competentes será obligatoria y oportuna. Si no se obtuviese el consentimiento de la comunidad consultada, se procederá conforme a la Constitución y la ley” (Constitución Política de la República del Ecuador, aprobada mediante Consulta Popular en 2008).

Pero, en el país, se ha producido un amplio debate sobre el hecho de que esta consulta sea vinculante, es decir, obligatoria para el Estado. Los intereses y la necesidad de financiar el presupuesto general del Estado han hecho que este tipo de consultas no sean imperativas al momento de decidir sobre un proyecto, especialmente en el sector extractivista.

En cuanto a la heterogeneidad de los habitantes del sector, se presentan problemas relacionados con el lenguaje, los comportamientos, las costumbres, las condiciones, de vida, la infraestructura, la producción.

Podemos colegir que, para un entendimiento cabal del problema, de esta diversidad de habitantes, se requiere que participen expertos en varios campos del conocimiento como sociólogos, antropólogos, filólogos, economistas, ingenieros.

El proceso debe involucrar un consenso amplio y una planificación adecuada. Puede pensarse que es una exageración, pero, si se desea reducir la conflictividad en un problema tan complejo, es necesario entender esta diversidad.

En un estudio realizado por Orellana, W., y Eguiguren, M. (2011), se determinaron que en la zona pueden existir varios tipos de conflicto: políticos, ambientales, económicos, sociales: Sobre las necesidades básicas insatisfechas anuncian:

“Las necesidades básicas de los pobladores no son satisfechas adecuadamente, permitiendo la manipulación de las empresas que se encuentran en el sector por medio de la relación de dependencia” (Orellana, W., y Eguiguren, M., 2011, 40).

Gráficamente, el análisis transdisciplinar de esta parte del problema, podría representarse de la siguiente manera:

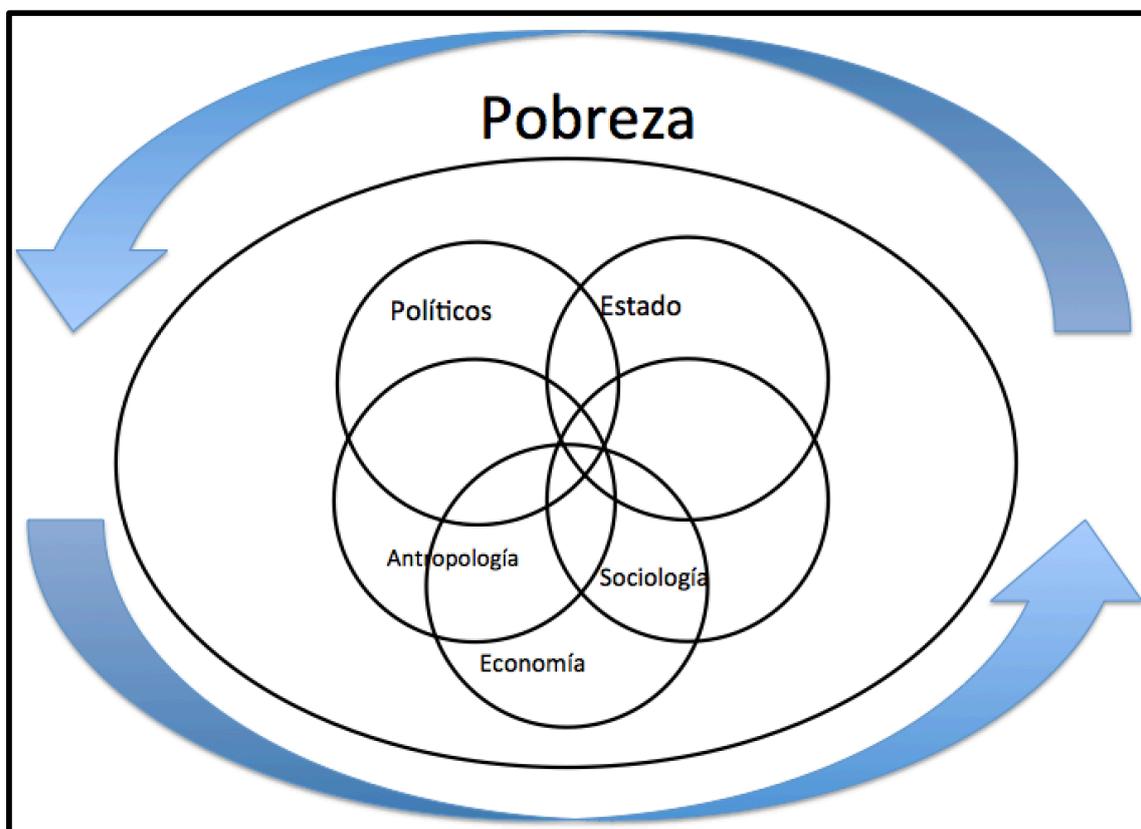


Figura 45

Elaboración: El Autor

La ventaja de este enfoque es que, además, se pueden incluir otros actores que son muy importantes para una resolución adecuada del problema, como los administradores de la cosa pública.

Sobre el tema de la pobreza que impera en el país, se requiere la participación activa de varios actores, muchos de ellos, ya incluidos en otras aristas del problema, pero también una presencia activa del Estado:

“Existen conflictos socioambientales bastante significativos en el territorio, por lo que es importante la presencia de todas las instituciones del Estado dentro del Proyecto Estratégico, para mejorar la calidad de vida del sector, a través

del cumplimiento irrestricto de los derechos Humanos y de la Naturaleza, el posicionamiento y fortalecimiento del Estado en el territorio debe considerar procesos de corto, mediano y largo plazo, igualmente medir prioridades de demandas diagnosticadas” (Orellana, W., y Eguiguren, M., 2011, 43).

Para entender esta problemática, por tanto, se requiere la participación de políticos, sociólogos, antropólogos, economistas.

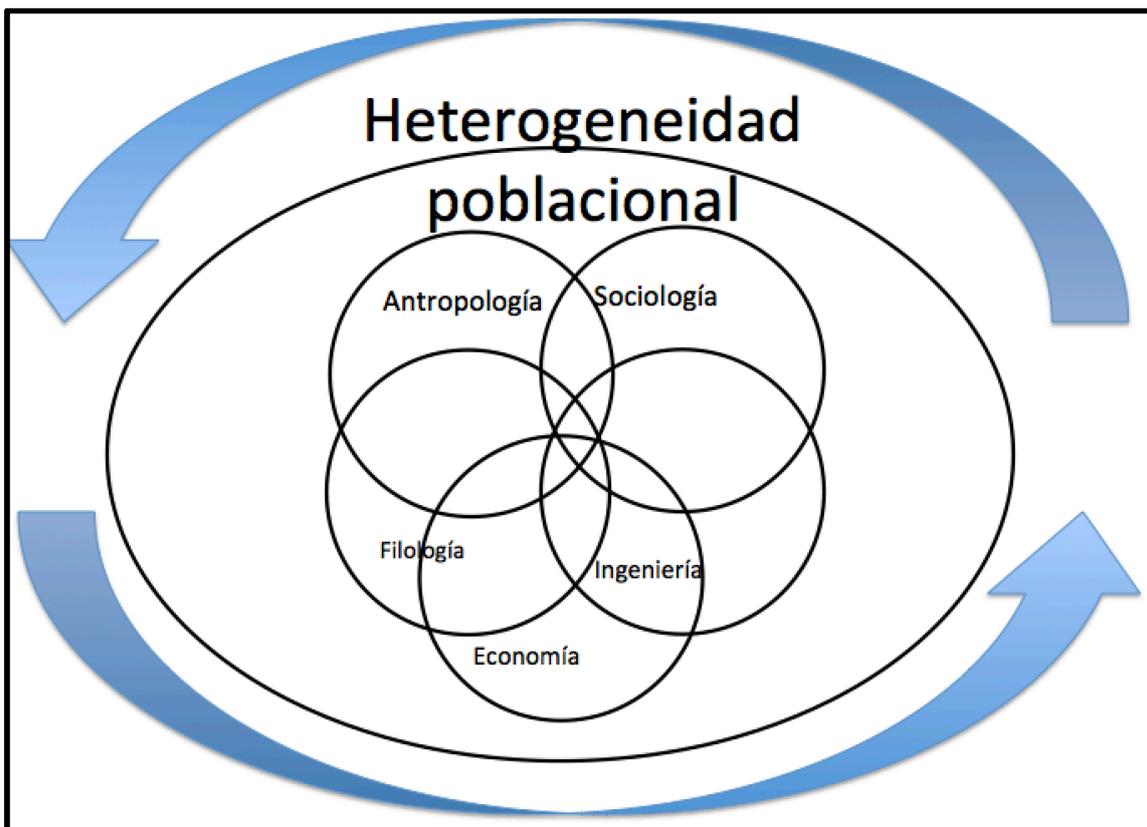


Figura 46

Elaboración: El Autor

Dicho esto, la resolución de un problema complejo como el de la minería en el sur del Ecuador, implica una visión desde, por lo menos cinco aristas: la biológica, la del recurso hídrico, la necesidad económica del Estado, la poblacional, y la económica, básicamente relacionada con la pobreza. Todas ellas deben integrarse y trabajar de manera coordinada.

A su vez, cada una de estas aristas del problema necesita de la concurrencia de diferentes campos del conocimiento.



Figura 46

Elaboración: El Autor

Todo esto no puede dejar de lado una evaluación de impactos, a priori, sobre la explotación minera en su conjunto.

Aquí podríamos utilizar los estudios que, en ciencia, tecnología y sociedad (CTS) se han hecho, sobre la evaluación de tecnologías, entendidas como la aplicación del conocimiento científico, para conocer las causas eficientes que se manejan en una técnica. (cf. Sanmartín, J., Ortí, A., 2012, 42-47).

El equivalente a la tecnología sería la propuesta que realiza el Estado para sustituir la minería artesanal, tradicional, que como vemos en Jiménez de la Espada (op. cit, 3) o Pío Jaramillo Alvarado (op. cit., 109), por una nueva forma, de mayor envergadura y gestionada por empresas extranjeras con tecnologías, aparentemente, más eficientes y menos contaminantes.

El presupuesto podría ser también equivalente al de la CTS. La ciencia nos ha demostrado una mejor forma de extraer los recursos mineros, con un mayor cuidado ambiental, esto se convierte en tecnologías que generan una industria de la minería, que ocupan un determinado lugar en el mercado y, con ello, traen un progreso social. (Cf. cf. Sanmartín, J., Ortí, A., 2012, 45).

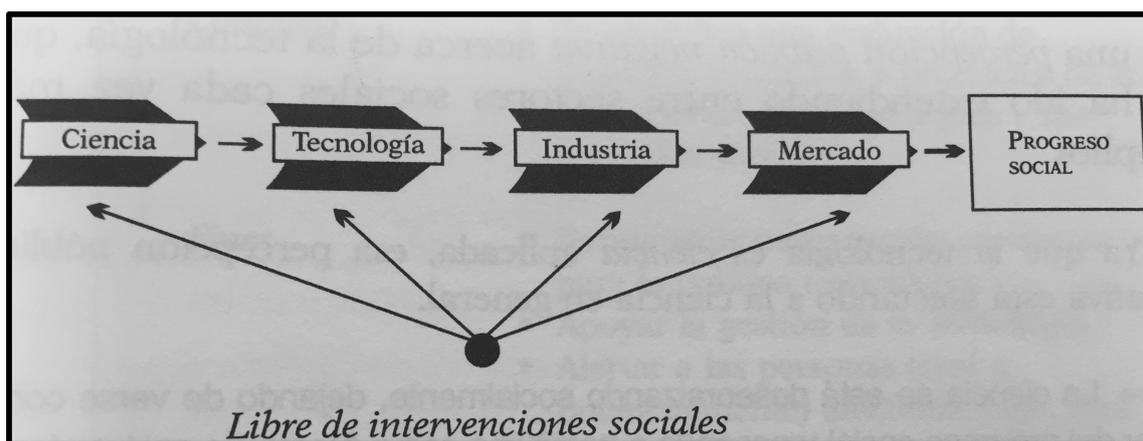


Figura 47

Elaboración: Sanmartín, J., Ortí, A., 2012, 47

Sin embargo, la diferencia es que en este presupuesto neoliberal se supone «*libre de intervenciones sociales*» y, en nuestro caso, las intervenciones sociales pueden resultar muy relevantes, porque justamente, “*Se identifica con evaluación de impactos (impactos = productos) de la interacción entre tecnologías y sus contextos sociales*” (Sanmartín, J., Ortí, A., 2012, 47).

De igual manera habría que evaluar sus fines y, si estamos de acuerdo con ellos, examinar sus fases.

Busco, en esta visión transdisciplinar, debería empezar por evaluar los fines que le llevan al Estado ecuatoriano a promover estos proyectos mineros. En primer lugar, hay que partir del precepto constitucional del “Buen Vivir”. En los preámbulos de la Constitución Política del Ecuador (2008) se dice, expresamente, que los ecuatorianos decidimos construir “*Una nueva forma de convivencia ciudadana, en diversidad y armonía con la naturaleza, para alcanzar el buen vivir, el sumak kawsay*”. Entonces al bien vivir, presente en Aristóteles, no puede hacerse de manera separada con la naturaleza. Esto implica que la decisión sobre la explotación minera, no puede sustentarse únicamente en razones económicas, sino que tienen que estar involucrada con esta declaración constitucional.

Paradójicamente, el capítulo segundo de la Constitución ecuatoriana, que habla sobre los derechos del buen vivir, empieza con un capítulo relacionado con el agua y, textualmente dice:

“Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

Por lo tanto, siguiendo el ordenamiento de la norma del país, el mecanismo de evaluación de estos proyectos debería empezar con los aspectos relacionados con el agua.

Con la misma lógica, lo segundo que debería evaluarse son los aspectos biológicos, pues la norma constitucional establece:

*“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”*

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Se supone que no puede existir un *Buen Vivir* sin una calidad ambiental en un marco de sostenibilidad. Lo preocupante es la falta de un inventario sobre la biodiversidad de la zona pese a que, la Carta Magna, dictamina como de *interés público* la biodiversidad y la califica como un patrimonio genético que, se entiende, pertenece a todos los ecuatorianos.

A su vez, las intervenciones sociales en este problema están constitucionalmente garantizadas, especialmente las de las comunidades indígenas de la zona, como vemos en el siguiente artículo de la Constitución del Ecuador:

“Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir”.

Este mandato es claro. Los moradores de la zona tendrían derecho no solo al beneficio del medio ambiente sino también de las riquezas mineras que existen allí. Entonces la tercera evaluación debería ser de los aspectos económicos y mineros, teniendo en cuenta este precepto constitucional.

Sin embargo, todo esto puede quedarse en una declaración lírica pues el numeral siete del artículo ochenta y tres de la misma Constitución, donde se establecen las responsabilidades de los ciudadanos, establece como un deber personal:

“Promover el bien común y anteponer el interés general al interés particular, conforme al buen vivir”.

La Carta Fundamental del Estado, no establece, quién o quienes, son las personas llamadas a determinar las cuestiones que deben considerarse como de *interés general* por lo que se puede suponer que serán los administradores de la cosa pública los que lo determinen, en concordancia con los planes de gobierno que propongan a los ciudadanos en los procesos electorales para asumir la representación del Estado.

Finalmente, toda esta evaluación debería ser en función de cómo superar la pobreza de la gente, de la zona y del resto de ecuatorianos.

4.2.1. Perspectiva de la ciencia posnormal

Este problema, se acerca a la definición que Funtowitz y De Marchi (2000) tienen sobre la ciencia posnormal:

“En la ciencia posnormal hay una pluralidad de perspectivas legítimas y esto es esencial, puesto que, como hemos visto, en el caso de los problemas ambientales, los temas distribucionales, no pueden ser dejados de lado... en este nuevo tipo de contexto para la resolución de problemas, el ciudadano tiene un lugar junto con el experto y el administrador” (Funtowitz, S., De Marchi, B., 2000, 61).

Y esa es la propuesta desde una visión transdisciplinar para este tipo de problemas: un espacio donde, conjuntamente con la ciencia, entendida como la conjunción amplia y colaborativa de diversas disciplinas, participen los ciudadanos, y los administradores tratando de encontrar la solución más aceptable para todos.

Estamos hablando de una *«complejidad reflexiva»* dentro de un sistema teórico general en el que debemos entender, este tipo de problemas, como un *sistema* (cf. Funtowitz, S., De Marchi, B., 2000, op. cit).

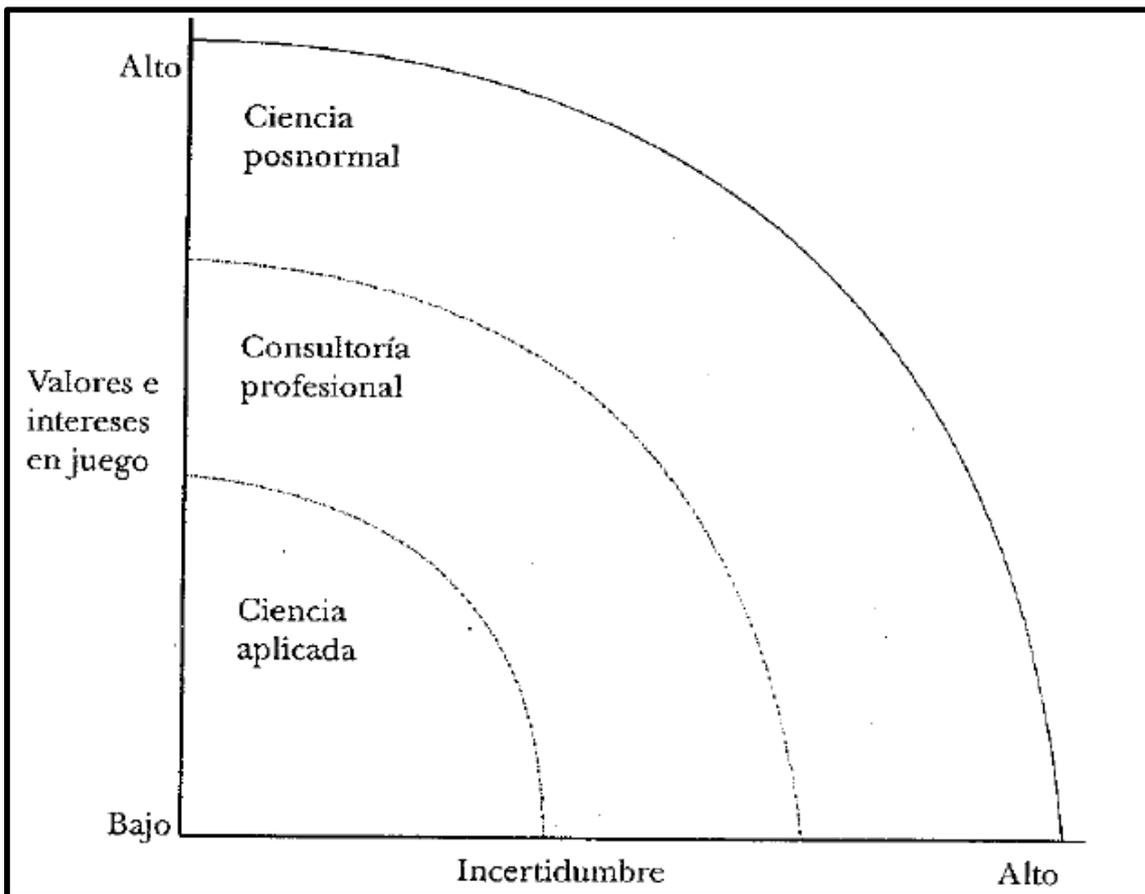


Figura 48

Elaboración: Funtowitz, S., De Marchi, B., 2000, 61

Siguiendo esta idea, la resolución del problema de la minería en el sur del Ecuador, debería empezar por una reflexión de carácter filosófico de la que luego se pueden desprender consultorías puntuales en cada una de las cinco aristas que hemos descrito, es decir en aspectos de la biodiversidad, el agua, las reservas minerales, la dimensión de la heterogeneidad poblacional y el tema de la pobreza.

Finalmente deberíamos ir al nivel de la ciencia aplicada para solucionar problemas, mejorar técnicas y, con ello, producir tecnologías adecuadas que nos permitan una resolución del problema.

La denominada ciencia posnormal, brinda un amplio soporte para el trabajo transdisciplinar pues considera que hasta ahora la ciencia ha avanzado mucho, gracias al análisis y reducción de problemas, pero, últimamente, la idea de trabajar en sistemas, ha abierto nuevos horizontes.

“En los últimos años la teoría de los sistemas se ha desarrollado y enriquecido a través de un gran número de enfoques en los cuales las propiedades dinámicas de han incorporado a lo que originalmente era un concepto bastante estático; entre ellos está el de la complejidad que ahora es vista manifestándose en muchos contextos científicos. Estas nuevas ideas de sistemas, desarrolladas en conjunción con los conceptos de estructura, crecimiento, contradicción y cambio cualitativo, han proporcionado herramientas de análisis poderosas y han guiado la práctica en muchos campos. Los conceptos se han expandido en su aplicación desde campos abstractos de su origen hacia el estudio de los fenómenos en los mundos biológicos y sociales y ha sido necesario enfrentar los problemas de estos mundos de relación con las realidades externas” (Funtowitz, S., De Marchi, B., 2000, 63).

La propuesta transdisciplinaria que, hasta aquí, hemos desarrollado, justamente, busca la aplicación de conceptos, en principio abstractos, hacia fenómenos biológicos, especialmente de la biodiversidad y de la conservación; y, sociales, como el tema de la interculturalidad y la pobreza que existen en la zona donde se están implementando estos dos proyectos mineros.

Tal vez, la distinción de los problemas complejos, viene dada por el hecho de que no pueden ser captados por una perspectiva única y, como hemos visto, un problema que, aparentemente, se reducía al tema extractivista tiene muchas aristas e, incluso, afectaciones que pueden ser globales.

Ahora bien, los resultados no se pueden medir de la misma manera. La categoría superior, la de la reflexión, no puede medirse con el mismo grado de exactitud que las dimensiones de la ciencia aplicada. Es decir, no es lo mismo generar un debate con y obtener ciertas conclusiones sobre el hecho de la explotación minera en sí, la necesidad del cuidado de la diversidad biológica y las fuentes de agua; que medir la cobertura vegetal sobre una determinada área o los volúmenes de agua en una cuenca hidrográfica, en diferentes espacios de tiempo.

Para las segundas, muchas veces relacionadas con las denominadas ciencias duras, existen herramientas. Para las primeras, que generalmente tienen que ver con las humanidades, no existe una manera de medirlas, pero hay parámetros que se pueden utilizar para legitimar su validez, como viéramos en el tema de los principios.

La construcción lógica de los razonamientos y su debate con la sociedad en su conjunto, son dos herramientas que deben utilizarse en la dimensión primera de esta ciencia posnormal, con ello, en el trabajo transdisciplinar.

“The concept of postnormal science, then, incorporates social and epistemic relationships that exist outside of the scientific communities but that act upon programs of research¹³⁹” (Bray, D., von Storch, 1999, 439).

Existe, como vemos, una cercanía muy profunda entre el concepto de ciencia posnormal y la transdisciplinariedad. A lo mejor, podríamos decir que la transdisciplinariedad es la manera en la que la ciencia posnormal se expresa.

Los problemas que este tipo de visión científica pueden abordar son inmenos y necesarios para la humanidad. De hecho, tienen mucho que ver con nuestro futuro como especie.

“Considering the damage caused by the recent spate of catastrophic events (e.g., Hurricane Katrina, 9/11 terrorist attacks of 2001, and the Indian Ocean tsunami of 2004), it is increasingly clear that complex, large-scale environmental problems will characterize the twenty-first century. We contend that the ability of science to address these problems is attenuated by the ideological embrace of scientific-technical rationality. With scientific and technological pursuits increasingly marching to the drum beat of economic growth, is there a place for science to operate driven not by short-term profitability, but the long-term interests of the public and needs of the environment? Can the problems associated with complex, large-scale catastrophes be addressed adequately by

¹³⁹ El concepto de ciencia posnormal, entonces, incorpora relaciones sociales y epistémicas que existen fuera de las comunidades científicas pero que actúan sobre programas de investigación. Traducción del Autor.

science and technology alone, especially considering that technological failure may be the primary cause of the catastrophe?¹⁴⁰” (Marshall, B., Picou, J., 2008, 230).

Es decir, desde esta perspectiva de la ciencia posnormal y de la transdisciplinariedad, las soluciones también deberían pensarse en función del tiempo, a diferencia de la ciencia aplicada que se reduce a un espacio determinado y durante un cierto período de tiempo.

Los tiempos dependerán de la complejidad de los problemas en los dos casos. Ahora, no existen fronteras rígidas que nos permitan decir que un problema de ciencia aplicada se va a resolver en un determinado tiempo.

De hecho, la propia experiencia de la investigación científica, nos lleva a pensar que los tiempos no pueden calcularse cuando se trata de resolución de problemas.

“As a strategy, postnormal science requires the formation of an “extended peer community” in which a discourse occurs among all stakeholders affected by a problem. In such a participatory arena, science is but one of many sources of evidence, which together inform policy decisions made by the extended peer community. The necessity of an extended peer community becomes apparent when it is recognized that science is value-laden and that many contemporary problems are characterized by high degrees of uncertainty¹⁴¹” (Marshall, B., Picou, J., 2008, 241).

¹⁴⁰ Teniendo en cuenta el daño causado por la reciente avalancha de eventos catastróficos (por ejemplo, el huracán Katrina, los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001 y el tsunami del Océano Índico de 2004), es cada vez más claro que los problemas ambientales complejos a gran escala caracterizarán al siglo XXI. Sostenemos que la capacidad de la ciencia para abordar estos problemas se atenúa por la adopción ideológica de la racionalidad científico-técnica. Con actividades científicas y tecnológicas que marchan cada vez más al tamborileo del crecimiento económico, ¿hay un lugar para que la ciencia funcione impulsada no por la rentabilidad a corto plazo, sino por los intereses a largo plazo del público y las necesidades del medioambiente? ¿Pueden los problemas asociados con las catástrofes complejas y de gran escala abordarse adecuadamente solo con la ciencia y la tecnología, especialmente si se considera que la falla tecnológica puede ser la causa principal de la catástrofe? Traducción: El Autor.

¹⁴¹ Como estrategia, la ciencia posnormal requiere la formación de una «comunidad de pares extendida» en la que se produce un discurso entre todas las partes interesadas afectadas por un problema. En un ámbito tan participativo, la ciencia no es más que una de las muchas fuentes de evidencia, que en conjunto informan las decisiones políticas tomadas por la comunidad de pares extendida. La necesidad de una comunidad de pares extendida se hace evidente cuando se reconoce que la ciencia está cargada de valores y que muchos problemas contemporáneos se caracterizan por altos grados de incertidumbre. Traducción: El Autor.

Es decir que para la resolución de problemas complejos, desde una visión transdisciplinar, la ciencia será la encargada de la recolección de evidencia sobre las diferentes teorías.

Cada disciplina, a la que se le debe dar un tratamiento de igual, como comunidad de pares, entregará información o evidencia que ayude a la resolución del problema desde una visión conjunta.

En el caso de la explotación minera en el sur del Ecuador, los diferentes campos del conocimiento, como la biología, la microbiología, la herpetología, la economía, etc., deberán aportar evidencia empírica sobre la gravedad del problema. Luego otros actores como las comunidades, los gobiernos, en sus tres niveles, y las empresas involucradas procurar una solución común.

En el fondo estamos hablando de un proceso de democratización en la toma de decisiones. Sin embargo puede producirse una especie de confrontación entre los investigadores y los actores que no necesariamente pertenecen al mundo científico.

“Distinction between “research” and “trans-science”. Such positions, however, prove highly problematic. First, while calling for the opening of some questions to nonscientists, they likewise continue to uphold and justify a closed position of science for others. Second, these arguments fail to highlight how prominent fact/value conflation is in such fields as the environmental sciences (through such concepts as “ecological integrity,” “ecosystem health,” etc.¹⁴²” (Carolan, M., 2006, 661).

Con estos antecedentes un equipo transdisciplinar debe tener conocimiento en el manejo y resolución de conflictos, tanto al interior del equipo que trabaja en la resolución del problema, como los que se puedan suscitar con otros sectores que, en principio, pudieran parecer muy lejanos pero cuyas voces se podrían oír con fuerza si hubiera, por ejemplo, una contaminación sobre los afluentes del río Amazonas.

¹⁴² Distinción entre "investigación" y "transciencia". Tales posiciones, sin embargo, resultan altamente problemáticas. En primer lugar, al pedir la apertura de algunas preguntas a los no científicos, ellos también continúan defendiendo y justificando una posición cerrada de la ciencia para los demás. En segundo lugar, estos argumentos no resaltan la importancia de la combinación de datos y valores en campos como las ciencias ambientales (a través de conceptos como "integridad ecológica", "salud de los ecosistemas", etc. Traducción: El Autor.

“Moreover, globalisation enhances complexity not simply by making us interdependent but also by increasing our interconnections. In a globalised world, everything is connected to everything else. Nothing exists or happens in isolation. Take, for example, the recent emergence of swine flu. It is not simply a health and medical problem. It is also a problem of intensive farming. It is probably not a coincidence that the epicentre of the outbreak, the Mexican town of La Gloria, is only five miles from a giant industrial pig complex, owned by the world's largest pig producer, Smithfield Foods. But, of course, Smithfield Foods would not be mass producing cheap factory-farmed meat if consumers were not happily gobbling it up. So swine flu is also a problem one of the consequences of what, and how, we eat at the price and availability consumers demand—ever cheaper, more abundant and available all year round irrespective of seasonality. Moreover, it would have remained localised if holiday makers and travelling businessmen were not jet setting around the globe. In fact, a localised endemic became a pandemic thanks to the speed with which we travel to different parts of the globe. Once the pandemic spread, it also became a problem of health education. Hence the advertisements on television telling us to cover our mouths when we sneeze and the sudden emergence of antiseptic handwashing gel in public places¹⁴³” (Sardar, Z., 2009, 437).

Aunque, en principio, el problema de la contaminación de una zona en la parte oriental de la Cordillera de los Andes, no pareciera ser tan grave como el de una pandemia mundial, los efectos que pueda tener serían igual desastrosos y el grado de conflictividad se podría profundizar.

¹⁴³ Además, la globalización aumenta la complejidad no solo al hacernos interdependientes sino también al aumentar nuestras interconexiones. En un mundo globalizado, todo está conectado a todo lo demás. Nada existe o sucede de forma aislada. Tomemos, por ejemplo, la reciente aparición de la gripe porcina. No es simplemente un problema médico y de salud. También es un problema de agricultura intensiva. Probablemente no sea una coincidencia que el epicentro del brote, la ciudad mexicana de La Gloria, esté a solo cinco millas de un gigantesco complejo industrial de cerdos, propiedad de Smithfield Foods, el mayor productor de cerdos del mundo. Pero, por supuesto, Smithfield Foods no estaría produciendo en masa carne barata cultivada en la fábrica si los consumidores no la engullen felizmente. Entonces, la gripe porcina es también un problema, una de las consecuencias de qué, y cómo, comemos al precio y la disponibilidad que exigen los consumidores, cada vez más baratos, más abundantes y disponibles durante todo el año independientemente de la estacionalidad. Además, se habría mantenido localizado si los turistas y los hombres de negocios que viajaban no se embarcaban en jet alrededor del mundo. De hecho, una endémica localizada se convirtió en una pandemia gracias a la velocidad con la que viajamos a diferentes partes del mundo. Una vez que se extendió la pandemia, también se convirtió en un problema de educación para la salud. De ahí los anuncios en la televisión que nos dicen que cubramos nuestras bocas cuando estornudamos y la aparición repentina de gel antiséptico para lavarse las manos en lugares públicos. Traducción: El Autor.

4.2.2. Transdisciplinariedad

Con todo esto, vemos que estamos frente a un problema típico de la ciencia posnormal que podría ser estudiado, más profundamente, si se aplicara un principio como el de la transdisciplinariedad.

Esto no debe ser una mera declaración lírica, sino un principio que inspire y procure analizar todas las aristas que el problema presenta, especialmente las cinco que hemos señalado:

- Biodiversidad
- Agua
- Reservas minerales
- Población
- Pobreza

“The management of biodiversity represents a research topic that needs to involve not only several (sub-) disciplines from the natural sciences but, in particular, also the social sciences and humanities. Furthermore, over the last couple of years, the need for the integration of other kinds of knowledge (experience based or indigenous knowledge) is increasingly acknowledged. For instance, the incorporation of such knowledge is indispensable for place-based approaches to sustainable land management, which require that the specific ecological and social context is addressed. However, desirable as it may be, such an engagement of the holders of tacit knowledge is not easy to achieve. It demands reconciling well-established scientific procedural standards with the implicit or explicit criteria of relevance that apply in civil society¹⁴⁴” (Görg, C., et.al., 2014, 323).

¹⁴⁴ La gestión de la biodiversidad representa un tema de investigación que necesita involucrar no solo varias (sub) disciplinas de las ciencias naturales, sino también, en particular, las ciencias sociales y las humanidades. Además, en los últimos años, se reconoce cada vez más la necesidad de integrar otros tipos de conocimiento (basado en la experiencia o conocimiento indígena). Por ejemplo, la incorporación de dicho conocimiento es indispensable para los enfoques basados en el lugar para la gestión sostenible de la tierra, que requieren que se aborde el contexto ecológico y social específico. Sin embargo, por deseable que sea, tal compromiso de los poseedores de conocimiento tácito no es fácil de lograr. Exige conciliar estándares de procedimientos científicos bien establecidos con los criterios implícitos o explícitos de relevancia que se aplican en la sociedad civil. Traducción: El Autor.

Pero, en principio, el problema de la explotación minera en el sur del Ecuador, no se trata de una mera gestión de la biodiversidad, al contrario, como propusimos al inicio de este trabajo, debe ser abordado desde una visión antropocéntrica, que procure soluciones a la vida de las comunidades que viven cerca donde se han instalado los dos grandes proyectos mineros y al resto de ecuatorianos, utilizando las riquezas, de la biodiversidad y minerales, a favor de la gente.

El proceso transdisciplinar también debe ser luego de que las decisiones se hayan tomado y se empiecen a ejecutar. Estamos hablando de procesos dinámicos que implican un seguimiento y una evaluación del impacto de las decisiones tomadas, aunque hayan sido consensuadas. Es decir, el consenso entre los diferentes actores de un problema de características complejas, no exime de una evaluación sobre el impacto de las decisiones.

Siguiendo a Sanmartín (1992, 47, op. cit.) las fases de la evaluación deberían ser las siguientes:

- Identificación de impactos
- Análisis de impactos
- Valoración de impactos
- Análisis de las políticas

Esto nos ayuda a clarificar el trabajo que en cada una de las cinco aristas propuestas se debería hacer.

Las preguntas de investigación para el caso, podrían ser las siguientes:

- Biodiversidad:
 - ¿Cuáles son los impactos que, sobre la biodiversidad, causarán los proyectos mineros en el sur del Ecuador?
 - ¿Con los proyectos desaparecerá o corre riesgo de desaparecer alguna especie vegetal, animal o microbiológica

- ¿Qué impactos puede tener la desaparición de una especie?
 - ¿Son adecuadas las políticas ambientales sobre este tema?
 - ¿Cuál sería la valoración económica que tiene la pérdida de especies, si estas se produjeran?
 - ¿La conservación de la reserva biológica, puede proporcionar recursos al Estado ecuatoriano?
- Agua:
 - ¿Es posible una contaminación de las aguas afluentes del Río Amazonas?
 - ¿En el caso de producirse un efecto contaminante, qué daños puede tener sobre el sector y sobre la cuenca del Río Amazonas en general?
 - ¿Jurídicamente son necesarios, en el caso de la compañía encargada de la explotación del oro, conseguir permisos para el uso industrial minero del agua?
 - ¿Si no existen esos permisos, qué consecuencias puede tener para la empresa y, sobre todo, para medir la calidad del agua que va a ser devuelta a la cuenca?
- Reservas minerales:
 - ¿En términos económicos, puede el Estado ecuatoriano no utilizar las reservas minerales de esa zona?
 - ¿Cuál es el impacto sobre la economía ecuatoriana que generará la explotación de las reservas minerales en el sur del país?
 - ¿Los ecuatorianos, en general, se beneficiarán con la explotación de los yacimientos minerales?
- Heterogeneidad poblacional
 - ¿Cuál es el impacto de los proyectos mineros sobre la población que habita en el lugar?

- ¿Los proyectos mineros causarán conflictividad entre los habitantes de esos territorios?
 - ¿La población fue consultada?
 - ¿Los resultados de una eventual consulta a los pobladores del lugar, son de obligatorio cumplimiento para el Estado ecuatoriano?
 - ¿Los proyectos mineros promueven la interculturalidad y rescate de lenguajes y costumbres ancestrales?
- Pobreza
 - ¿Cuál es el impacto de los proyectos de explotación minera en el sur del Ecuador en la reducción de la pobreza de los habitantes de esa parte de la provincia de Zamora-Chinchipec?
 - ¿Estos proyectos mineros incidirán en la reducción de la pobreza en el Ecuador?
 - ¿Los proyectos mineros dejarán actividades sustentables más allá de las actividades extractivistas?
 - ¿Las comunidades de la zona serán sustentables cuando concluya la actividad minera?

Estas preguntas de investigación deberían ser respondidas por los equipos transdisciplinarios que hemos descrito. Lo ideal, en este tipo de proyectos, podría consistir en que este razonamiento se realice antes de la decisión sobre la explotación de los yacimientos minerales.

Lastimosamente, en el caso del sur del Ecuador, la decisión ya fue adoptada, los contratos generados e, incluso, se han llegado a recibir anticipos de las rentas que la explotación mineral podría generar.

Con todo esto, no es tarde para que el Estado ecuatoriano adopte el llamado Principio de Precaución:

“El principio de precaución nos exige que en caso de amenaza para el medio ambiente o la salud y en una situación de incertidumbre científica se tomen las

medidas apropiadas para prevenir el daño. No sin dificultades a lo largo de estos últimos años el principio ha ido afianzándose como un elemento dentro del ámbito político y jurídico de numerosos países y, sobre todo, a nivel europeo e internacional. A pesar de los problemas suscitados, el principio representa una herramienta valiosa en la configuración de un nuevo paradigma para las políticas públicas requeridas por los desafíos presentes y futuros” (De Cózar, J. 2005, 133).

Es decir, tratar de prevenir los daños ambientales que los proyectos mineros puedan causar en esta zona de tan alta biodiversidad, pero también abordar los problemas de los moradores de la zona que, en este caso, deberían ser los primeros beneficiarios del principio de precaución.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES

5. Conclusiones

En este capítulo trataremos de sintetizar tres cosas:

1. La transdisciplinariedad como principio científico, entendiendo el concepto de principio y el consenso necesario para considerarla como tal;
2. La posibilidad de encontrar soluciones a problemas complejos si el concepto de transdisciplina se adopta y,
3. La posibilidad de su aplicación para la resolución de un problema como el de la explotación minera en el sur del Ecuador.

Un principio es aquello que preside algo. Pueden existir dos tipos de principios: el absoluto y los intermedios. El absoluto, por su propia definición, solamente puede ser uno. Los intermedios, son los que se pueden usar en el ámbito científico, brindan la posibilidad de iniciar un razonamiento y guían su proceso de resolución.

Como principio también se puede considerar a una proposición útil para la discusión y abordaje de un problema. Para que se aceptado, debe cumplir con algunos requisitos, pero, en general, debe ser accesible, es decir que pueda ser observado de manera explícita y de manera recurrente sea directa o indirectamente; y, debe tener un lenguaje pertinente.

Además, para que sea considerado como tal, se requiere de un cierto consenso. En el caso de la transdisciplinariedad, conforme hemos visto, se ha creado un consenso acerca de su utilidad y necesidad, cuando se trata de abordar problemas que tengan una cierta complejidad.

La transdisciplinariedad, como principio científico, debe entenderse como una forma de razonamiento que toma en cuenta las aristas disciplinares más importantes presentes en un problema cuya incertidumbre es elevada.

De su lado, entendemos que un problema es complejo porque el número de variables, de valores, de personas involucradas y por el alto grado de incertidumbre que su resolución puede tener. Este tipo de problemas no permiten una solución desde una sola perspectiva, sino que requieren el concurso de varios campos del conocimiento, y de otros actores incluso de algunos que están fuera de ámbito científico.

La salida, a este tipo de problemas, se producirá si se tiene una visión que englobe las principales disciplinas que, eventualmente, serían necesarias para procurar su resolución. Las propuestas deben construirse de manera conjugada entre las disciplinas y asumiendo la posibilidad de transgredir sus fronteras.

Hay tres grandes razones para considerar a la transdisciplinariedad como un principio científico:

1. La posibilidad de resolver problemas complejos
2. El llamado al trabajo transdisciplinar que se viene realizando desde diferentes perspectivas científicas
3. La necesidad de los ciudadanos de involucrarse en la resolución de los problemas que lo afectan.

Por lo tanto, la transdisciplinariedad equivale a conjugar disciplinas, y en esto coincide con la teoría general de la interacción, pero también corresponde a transgredir fronteras y procurar un aprendizaje metodológico entre distintos campos de conocimiento. Con ello, es evidente que, la transdisciplinariedad posee una dimensión relacional fundamental para su aplicación.

Este uso de las relaciones entre disciplinas, no es al azar, sino un proceso de argumentación lógica que busca explicar relaciones causa – efecto en la resolución de problemas de orden complejo. Normalmente se aplica en programas de investigación que son aquellos que integran diferentes proyectos que, a su vez, pueden ser de carácter disciplinar.

El ejercicio transdisciplinar requiere diálogos y consensos. Involucra un aprendizaje común sobre lenguajes y metodologías que usan los diferentes campos de conocimiento. Una de sus ventajas es que, además de ayudar a la resolución de un problema, puede producir un incremento del conocimiento en cada disciplina involucrada.

La transdisciplinariedad puede estar presente, en un programa de investigación, como investigación complementaria, o de acompañamiento para favorecer sinergias o síntesis entre diferentes disciplinas.

La investigación complementaria tiene como finalidad cerrar las brechas del contenido. Se puede investigar sobre los procesos disciplinares, para entender sus formas y aplicarlas en otros campos del conocimiento. La investigación de acompañamiento, buscará fortalecer las síntesis y conclusiones de un programa de investigación.

La transdisciplina debe ser un proceso *a priori* y no *a posteriori*. Esto le genera mayor riqueza. Por eso debe considerarse como un principio. Más aún que, como hemos visto, la historia de la ciencia no es una mera acumulación de datos. Existe una relación en permanente conflicto en la que se tienen que ir tomando decisiones. Sin embargo, hay que ir rompiendo ciertos paradigmas que se han impuesto, como la creencia de que *todo* está sujeto a leyes naturales. Esto se logra gracias a la cooperación disciplinar.

El proceso de transdisciplinariedad se desarrolla para poder obtener una aproximación, desde diferentes perspectivas, a problemas reales. Permite un traspasar fronteras disciplinares sin que los campos de conocimiento pierdan su identidad. Al contrario, se enriquecen con el conocimiento de metodologías, lenguajes y leyes diferentes. Esto le provee de sus cualidades integrativa y colaborativa.

Gracias a esta forma de ver las cosas, se ha propuesto la formación de alumnos polivalentes con conocimientos en ciencias básicas, pero con habilidades para realizar diagnósticos desde una perspectiva más amplia que la de un mero aspecto disciplinar. Entonces, también podemos empezar a soñar en un modelo de formación transdisciplinar.

La transdisciplinariedad también se puede entender como la capacidad que tienen equipos de personas, en los que participan expertos que provienen de diferentes campos de conocimiento y están dispuestos a transgredir sus barreras formativas para integrarse en pos de un conocimiento colectivo que pueda proponer soluciones a problemas con elevados grados de incertidumbre.

Este le confiere una vocación:

- Integradora
- Plural
- Voluntarista

Su condición integradora se debe a que, permite y estimula la participación de otros actores fuera del mundo científico. Con ello, su forma de ver las cosas, se extiende más allá del pensamiento disciplinar.

La transdisciplina permite conjugar los distintos lenguajes que usan diferentes campos del conocimiento y compartir sus metodologías. Tiene, quizás, tres características importantes:

- Facilita la resolución de problemas complejos
- Acerca una metodología
- Permite una colaboración permanente, que es el núcleo del trabajo transdisciplinar.

Su metodología establece mirar el problema desde diferentes perspectivas, seleccionar las aristas más importantes, ver las disciplinas más relacionadas con cada una de estas aristas, integrar los equipos, formular preguntas de investigación y buscar responderlas en equipo.

Claro, esto no asegura una resolución única a un problema con altos grados de complejidad. Lo que se busca es señalar la que podría considerarse como la mejor solución.

Esto estimula la permanente recombinación de conocimientos, lo que la vuelve cada vez más necesaria y menos contingente cuando se trata de producir conocimiento nuevo. En los procesos transdisciplinarios hay una adquisición de conocimientos que no es de carácter unidireccional. Al contrario, beneficia a todos los campos disciplinares que participan del proceso. Esto se facilita cuando no se reduce a un solo proyecto de investigación, sino que se habla de programas donde convergen distintos proyectos, en los cuales, participan varias disciplinas.

El principio transdisciplinar facilita la creatividad y minimiza la fricción entre los grupos; los interesados se mantienen activos durante todo el proceso; el aprendizaje es mutuo, se trata de un proceso de intercambio de conocimientos.

Además de los retos ambientales, enfrenta profundos desafíos filosóficos como el del transhumanismo y la idea de una evolución conducida y pensada previamente. Por ello se están haciendo permanentes llamados para que se produzca un trabajo de transdisciplinariedad más profundo y permanente.

En el estudio de caso que hemos propuesto para este trabajo, vamos a tratar de realizar una síntesis de lo que podría ser una aproximación transdisciplinar.

Podemos decir que enfrentamos un problema complejo que implica la explotación de ricos yacimientos minerales, asentados en un *hotspot* de biodiversidad y con un entorno en donde vive una población con altos índices de pobreza. Por lo tanto, hablamos de un problema evidentemente transdisciplinar, en cuya resolución también deben participar moradores de las zonas donde se sitúan los proyectos mineros, o los administradores de la cosa pública y políticos del país.

Primero, para resolver este problema, se señalan cinco aristas importantes que, a su vez, se convierten en problemas de investigación transdisciplinaria:

- Biodiversidad
- Agua
- Aspectos económicos de las reservas minerales
- Heterogeneidad poblacional

- Pobreza

Para cada uno de estos aspectos hemos propuesto una serie de campos de conocimiento que deberían intervenir y dejamos algunas de las preguntas que podrían plantearse a los equipos de investigación.

En el tema de la biodiversidad, al estar en un *hot spot* dentro de un *hot spot*, sin dejar de tomar en cuenta cualquier sugerencia, estimamos que se debería conformar un equipo en el que estén presentes expertos provenientes del mundo de la zoología, la microbiología, la botánica, la herpetología, la entomología. Su misión básica debería ser procurar un inventario de la biodiversidad (especies vegetales, animales y microbiológicas) en la zona de explotación minera. Además, como se ha visto les hemos propuesto cinco preguntas de investigación que nos parecen relevantes.

El tema del agua, es evidentemente, otro de los aspectos importantes que debe tratar de investigarse en equipo, puesto que nos encontramos en el inicio del Amazonas, uno de los ríos más importantes del planeta. Para su estudio proponemos un equipo con, por lo menos, científicos de cuatro disciplinas: hidrología, microbiología, química analítica, geografía.

La solución de este problema no puede tener alejado a un Estado que requiere, urgentemente, ingentes cantidades de dinero. La decisión sobre este tema estará en sus manos, pero, para que pueda dar una respuesta adecuada, sugerimos un equipo que determine la importancia económica de la explotación minera y que, luego, pueda ser contrastada con su riqueza biológica. Este equipo debería contar con experto en al menos cuatro campos disciplinares: mineralogía, geología, macroeconomía, microeconomía. De igual manera hemos planteado algunas preguntas de investigación que nos parecen relevantes sobre este tópico.

La siguiente arista que, desde nuestra perspectiva, debería ser profundamente estudiada es la de la heterogeneidad poblacional. En la región de Zamora-Chinchipe conviven una serie de pueblos con culturas ancestrales que tienen riquezas de las que no somos conscientes. Para ello hemos dicho que un equipo mínimo debería contar con antropólogos, sociólogos, filólogos, ingenieros y economistas.

Finalmente, la arista que dio pie a que este problema sea estudiado es la de la pobreza. De nada vale la naturaleza, o las riquezas minerales, si la gente no tiene condiciones mínimas de dignidad. Para estudiar esta parte del problema y proponerle soluciones debería existir un equipo donde estén los tomadores de decisiones (que luego tendrán la tarea de ver los resultados de todos los demás equipos), funcionarios representativos del Estado, antropólogos, sociólogos, economistas.

La visión conjunta de estas cinco aristas podría entenderse como un trabajo transdisciplinario y encajar en un modelo de estudio de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que, rompiendo algunos paradigmas, nos proporcione otra perspectiva.

El problema que presentamos puede tener repercusiones de carácter global, puesto que lo que haga o se deje de hacer afectará a la cuenca del río Amazonas, una de las más importantes del planeta.

Además, no tenemos información para conocer si existen especies endémicas en la zona de explotación minera.

Por ello recomendamos, al Estado ecuatoriano, cuatro cosas extremadamente puntuales:

- Un censo urgente e impostergable sobre la biodiversidad de la zona
- Un control cercano de los organismos gubernamentales de Ecuador a las dos empresas mineras, en temas como el de la determinación de las especies biológicas que están en sus zonas de trabajo
- Una reforma urgente a la Ley de Gestión Ambiental, especificando la necesidad de realizar, primero, censo de la biodiversidad en zonas de explotación y, segundo, mecanismos de preservación de las especies
- De ser necesario, aplicar el principio de precaución, especialmente si se pueden ver afectadas especies endémicas de la zona.

Finalmente, recordemos que nuestra hipótesis de trabajo fue:

“La transdisciplinariedad puede considerarse como un principio científico legítimo que aporta de manera efectiva a la resolución de problemas complejos”.

A la luz de lo discutido a lo largo de este trabajo, podemos aceptar la hipótesis como verdadera.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

Ambrosini, C., Beloccio, M. (2003). La falacia del razonamiento válido. En *Actas del Congreso Internacional "La argumentación: Lingüística, retórica, lógica, pedagogía"*[CD-ROM]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Aristóteles. (1990). *Retórica*. Madrid: Gredos.

Arpajón, Y., Doval, R., Sosa, A., Llano, Y. (2013). Necesidad de una formación investigativa transdisciplinar a partir del pregrado en las ciencias de la Salud. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*. 4(1).

Baumgärtner, S., Becker., C., Frank, K., Müller, B., Quaasd, M. (2008). Relating the philosophy and practice of ecological economics: The role of concepts, models, and case studies in inter and transdisciplinary sustainability research. *Ecological Economics*. 67(3), 384-393.

Beck, E., Kottke, I. (2008). Facing a hotspot of tropical biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 9(1), 1-3.

Beck, E., Richter, M. (2008). Ecological aspects of a biodiversity hotspot in the Andes of Southern Ecuador. En Gradstein, S., Homeier, J. y Gansert, D. (Eds.), *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot* (pp. 195-217). Göttingen: Centre for Biodiversity and Ecology.

Bednarek, A.T., et. al. (2018). Boundary spanning at the science–policy interface: the practitioners' perspectives. *Sustainability Science*, 1(1), 1-9.

Benitez, A., Sánchez, D. (2012). *Propuesta de un Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Zamora Chinchipe*. Tesis para la obtención del título de ingeniero geógrafo y de medio ambiente en la Escuela Politécnica del Ejercito (Ecuador). Disponible en internet en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5231/1/T-ESPE-033203.pdf>

El Autor la consultó el 14 de noviembre de 2017.

Bertalanffy, L. (1989). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos y aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.

Bernard-Bonnin A., Stachenko S., Bonin D., et al. (1995). Self-management teaching programs and morbidity of pediatric asthma: a meta-analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 95(1), 34-41.

Bolaños, B. (2010). Más acá y más allá de las disciplinas. De las capacidades cognitivas a los estilos del razonamiento científico. En Peláez, A. y Suárez, R. (Coords.), *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinariedad*. Barcelona: Anthropos.

Bolliat, S. (2004). Medio ambiente y biodiversidad desde una perspectiva transdisciplinaria pautas para un nuevo enfoque para el Parque Nacional Tunari. En Delgado, F., Marizcal, J. (Eds.) *Gobernabilidad Social de las Áreas Protegidas y Biodiversidad en Bolivia y Latinoamérica. Memoria del seminario realizado en Cochabamba del 26 al 29 de febrero de 2004*. La Paz: Plural, 361-375.

Bray, D., Von Storch, H. (1999). Climate Science: An Empirical Example of Postnormal Science. *American Meteorological Society*. 80 (3), 439-455.

Bretier, P., Sadek, D. (1996). A rational agent as the kernel of a cooperative spoken dialogue system: Implementing a logical theory of interaction. *Lecture Notes in Computer Science*, 1193.

Brehm, G., Pitkin, L., Hilde, N., Fiedler, K. (2005). Montane Andean rain forest are a global diversity hotspot of geometrid moths. *Journal of Biogeography* 1(32), 1621-1627.

Brier, S. (1998). Cybersemiotics: a transdisciplinary framework for information studies. *Biosystems*. 46. 185-191

Brugger, W. (2005). *Diccionario de filosofía*. Barcelona: Herder.

Bunge, M. (1997). *Ciencia Técnica y Desarrollo*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.

Bunge M. (1998). *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.

Calzada, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima: Editorial Jurídica S.A.

Carolan, M. (2006). Science, Expertise, and the Democratization of the Decision-Making Process. *Society & Natural Resources* 19 (7), 661-668.

Casanueva, M., Méndez, D. (2010). Notas a favor de la transdisciplina o hacia una epistemología de las relaciones mereológicas entre modelos teóricos y sistemas empíricos. En Peláez, A. y Suárez, R. (Coords.) *Observaciones Filosóficas en torno a la transdisciplinariedad*. Barcelona: Anthropos.

Casti, J. (1986). On System Complexity: Identification, Measurement, and Management, Complexity. *Language, and Life: Mathematical Approaches*, 146-173.

Chalmers, A. (1987). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* México: Siglo XXI Editores.

Chávez, O., Chávez, R. (2006). La enfermedad: Una Visión desde la Teoría del Caos y de los Fractales. *Medicrit Revista de Medicina Interna y Medicina crítica*. 3(3), 78-84.

Choi, B., Pak, A. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*. 29(6). 351-354.

De Cozar, J. (2005). Principio de precaución y medio ambiente. *Revista Española de Salud Pública*. 79(2), 133-144. Disponible en Internet en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272005000200003&script=sci_arttext&tlng=en El Autor la consultó el 5 de diciembre de 2017.

De Freitas, L. Morin, E. Nicolescu, B. et. al. (1994). *Carta de la Transdisciplinarietà*. Disponible en Internet en <http://www.filosofia.org/cod/c1994tra.htm> El Autor la consultó el 23 de marzo del 2015.

Defila, R., Di Giulio A., Eds. (2016). *Transdisziplinär forschen – zwischen Ideal und gelebter Praxis. Hotspots, Geschichten, Wirkungen*. Frankfurt: Campus Verlag.

Descartes, R. (2010). *Discurso del método*. Madrid: Espasa.

Díaz, L. (2009). *Las tensiones de la Estructura Estudio Crítico de la Estructura de las Revoluciones Científicas para una Perspectiva Hermenéutica de la Ciencia* (tesis doctoral). Universidad del País Vasco. Donostia-San Sebastián.

Einstein, A. (1999). *Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General*. Madrid: Alianza.

Ferreria, M. (2010). Dimensiones inter/transdisciplinarias en la formación del educador/a y las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista Científica Internacional*. 3(11), 40-55.

Flinterman J., Tecler-Mesbah, R., Broerse, J. et al. (2001). Transdisciplinary: the new challenge for biomedical research. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 21(4), 66.

Flores, A., Galicia, G., Sánchez, E. (2007). Una aproximación a la Sociedad de la Información y del Conocimiento. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*. 5,(11).

Frolov, I. Ed. (1984). *Diccionario de Filosofía*. Moscú: Editorial Progreso.

Fu, Y. (2016). Theory of interaction. *Theoretical Computer Science*. 611, 1-49

Funtowicz, S., De Marchi, M. (2000). Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. En *La complejidad ambiental*, Enrique Leff Coord. México: Siglo Veintiuno Editores.

Galparsoro, J. (2014). Biotecnología y naturaleza humana. La cuestión del posthumanismo. *Ágora Papeles de Filosofía*. 33(1), 153-170.

Galliers, R. (2003). Change as Crisis or Growth? Toward a Trans-disciplinary View of Information Systems as a Field of Study: A Response to Benbasat and Zmud's Call for Returning to the IT Artifact. *Journal of the Association for Information Systems*. 4 (6), 337-351.

Garbay, S. (2011). *Desarrollo y minería en el Ecuador: Un análisis del derecho de participación en el proyecto Mirador*. Tesis de Maestría en la Universidad Andina Simón Bolívar. Disponible en Internet en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2501/1/T0961-MDH-Garbay->

[Desarrollo%20y%20mineria.pdf](#) El Autor la consultó el 20 de noviembre de 2011.

Gettier, E. (1963). Is justified true belief knowledge? *Analysis*, 23(6), 121-123.

Geissman, T. (1974). *Principios de Química Orgánica*. Barcelona: Reverte.

Gibbons, M. et al., (1994). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas* Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor, S.A.

Gómez, V. (2013). Salvar a la ciudad. *El País*. Madrid: El País.

González-Juanatey, et. al. (2008). Insuficiencia cardiaca en consultas ambulatorias: comorbilidades y actuaciones diagnóstico-terapéuticas por diferentes especialistas. Estudio EPISERVE. *Revista Española de Cardiología*. 61(6), 611-619.

González, O. (s/a). *Introducción a la Filosofía I*. Manuscrito preparado por el autor con fines didácticos.

Görg, C., et. al. (2014). Engaging Local Knowledge in Biodiversity Research: Experiences from Large Inter - and Transdisciplinary Projects. *Interdisciplinary Science Reviews*. 39(4), 323-341.

Graham, W. (2001). Time Reversibility. *Computer Simulation, and Chaos*. New Jersey: World Scientific, River Edge, 1. El primer capítulo del libro, de donde el Autor toma la cita, está disponible en internet en: http://www.worldscientific.com/doi/suppl/10.1142/8344/suppl_file/8344_chap01.pdf Consultado el 8 de noviembre de 2017.

Guerrero, G. (2017). Sobre transdisciplinaridad y transdisciplinariedad. (Manuscrito).

Gunnar, B., Fiedler, K. (2005). Diversity and community structure of geometrid moths of disturbed habitat in a montane area in the Ecuadorian Andes. *Journal of Research on the Lepidoptera* 38: 1-14.

Hardorn, G., Bradley, D., Pohl, C., Ristd, S., Wiesmann, U. (2006). Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecological Economics*. 60, 119-128.

Heckhausen, H. (1972). Algunas posiciones sobre la interdisciplinaridad *Boletín de la Asociación Internacional de Universidades*. 8(3). El texto de la cita está disponible en internet en: http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista6_S4A1ES.pdf El Autor lo consultó el 25 de octubre de 2017.

Hull, D. (1990). *Science as a Process. An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*. Chicago: The University of Chicago Press.

Hurtado, F. (2012). La minería a gran escala como factor de desplazamiento. *Revista Electrónica de Derechos Humanos. Programa Andino de Derechos Humanos (PADH)*. 31. Disponible en Internet en: http://portal.uasb.edu.ec/padh_contenido.php?cd=4361&pagpath=1&swpath=infb&cd_centro=5&ug=pu El Autor la consultó el 20 de noviembre de 2017.

INEC. (2016). *Encuesta Nacional de Indicadores de Empleo, Subempleo y Desempleo. Indicadores Nacionales marzo de 2017*. 4. Disponible en Internet en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2016/Marzo-2016/Presentacion%20Empleo_0316.pdf El Autor la consultó el 24 de noviembre de 2017.

INEC. (2017). *Resultados del Censo 2010 de Población y Vivienda en el Ecuador. Fascículo Provincial Zamora Chinchipe*. 2-8. Disponible en

Internet en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/zamora_chinchipec.pdf El Autor la consultó el 24 de noviembre de 2017.

Iñiguez–Armijos C., Leiva, A., Frede, H., Hampel, H., Breuer, L. (2014). Deforestation and Benthic Indicators: How Much Vegetation Cover Is Needed to Sustain Healthy Andean Streams?. *Plos One. Revista electrónica per review*. Disponible en Internet en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0105869> El Autor la consultó el 4 de diciembre de 2017.

Jaramillo, P. (1955). *Historia de Loja y su Provincia*. Quito: Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana.

Jahn, T., Bergmann, M., Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Futures*. 79, 1-10.

Jiménez de la Espada, M. (1897). *Relaciones Geográficas de Indias*, Tomo IV. Madrid: Tipografía de los hijos de M.G. Hernández.

Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Becerra, M., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J., Tovar, A., Naranjo, L. (2012). *Physical Geography and Ecosystems in the Tropical Andes*. En R., Herzog, R., Martínez, R., P., Jorgensen., H., Tiesse, (Eds.), *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Sao José de Campos: Scope, 156-166.

Kant, I., (1945). *Crítica a la razón pura*. Buenos Aires: Sopena.

Kincaid H., Dupré, J., Wylie, A. (2009). *Value-Free Science?: Ideals and Illusions*. Oxford: Oxford Scholarship Online.

Kleiber, Ch. (2000). Foreword. *Transdisciplinarity*: En: J. T. Klein et al. (eds.) *Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society*. Berlin: Birkhauser.

Klein, J. (1990). *Interdisciplinarity History, Theory, and Practice*. Detroit: Wayne State University Press. 56 ss.

Klein, J. (2001). The Discourse of Transdisciplinarity: An Expanding Global Field. En: J. T. Klein et al. (eds.) *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society*. Berlin: Birkhauser.

Kønig, N., Børsen, T., Emmeche, C. (2017). The ethos of post-normal science. *Futures 91*, 12-24.

Laso, E. (2003). La clasificación de las ciencias y su relación con la tecnología. En: Esther Díaz (Ed). *La ciencia y el imaginario social*. Barcelona: Biblos. 29-41.

Lipiec, P. (Responsable) (2016). *Fruta del Norte Project Ecuador NI 43-101 Technical Report on Feasibility Study*. Disponible en Internet en: http://www.lundingold.com/i/pdf/technical-reports/2016-04-30_Technical_Report.pdf El Autor la consultó el 23 de noviembre de 2017.

Lozzia, G., Aguerri, M., Galibert, M., Atoréis, F. (2007). Delimitación del Constructo Voluntad de Trabajo. *Summa Psicológica*, 4(2), 137-148.

Lundin Gold (2017). *Fruta del Norte, actualización para inversionistas*. 2-43. La información está disponible en Internet en: http://www.lundingold.com/i/pdf/presentation/investor_update_march-april_2017-es.pdf El Autor la consultó el 15 de noviembre de 2017.

Max-Neef, M. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinariedad*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 2. Disponible en internet en: <https://c90773a8-a-c3647dd8-s-sites.googlegroups.com/a/decrecimiento.info/max->

[neef/Home/Max_Neef_Fundamentos_transdisciplinaridad.pdf?attachauth=A
NoY7copHf7NY-CmYT4I5TQ-
eoNcqWKnN2ofqxUxepQsG7yRY_UDsm4GE8GJ_VXAusDerq4XLIbVIP
1FNdjDkWmsajhVnsXFMdZfgejtQbzdZ78OB2msdViRRkgLLa1gbypS4_y
XosP0YP4rHYb-J6F_dgcMHN9EXu_1CNfgdl-
GY19eIEGEvlxv_BF_kS5z7EN6rLb_RP6RsLTVI8SVtTncamWWFB2e1
TwDZMGDGD6Sjx4CPkTwlZypYQkW4AcEVbpmwkM6oKHphly0qzCYxd
WIB6S9nDUDpw%3D%3D&attredirects=0](http://neef/Home/Max_Neef_Fundamentos_transdisciplinaridad.pdf?attachauth=A%20NoY7copHf7NY-CmYT4I5TQ-eoNcqWKnN2ofqxUxepQsG7yRY_UDsm4GE8GJ_VXAusDerq4XLIbVIP1FNdjDkWmsajhVnsXFMdZfgejtQbzdZ78OB2msdViRRkgLLa1gbypS4_yXosP0YP4rHYb-J6F_dgcMHN9EXu_1CNfgdl-GY19eIEGEvlxv_BF_kS5z7EN6rLb_RP6RsLTVI8SVtTncamWWFB2e1TwDZMGDGD6Sjx4CPkTwlZypYQkW4AcEVbpmwkM6oKHphly0qzCYxdWIB6S9nDUDpw%3D%3D&attredirects=0) El Autor la consultó el 5 de
noviembre de 2017.

Marshal, B., Picou, J. (2008). Postnormal Science, Precautionary Principle, and Worst Cases: The Challenge of Twenty-First Century Catastrophes. *Sociological Inquiry*, 78(2), 230-247.

Max-Neef, M. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*. 53(1), 5-16.

Mejenat, L. (2001). Culturas y Lenguas Indígenas del Ecuador. *Revista Yachaikuna*. 1, 1-11.

Mendoza, V. (2013). El «Big Crunch» de la Transdisciplina. *Razón y Palabra*. Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación. 81. Disponible en internet en: http://www.razonypalabra.org.mx/N/N81/V81/32_Mendoza_V81.pdf El Autor la consultó el 5 de noviembre de 2017.

Mobjörk, M. (2010). Consulting versus participatory transdisciplinarity: A refined classification of transdisciplinary research. *Futures*. 42(8), 866-873.

Morin, E. (1977). *El Método I*. Disponible en Internet en: <http://www.edgarmorin.org/descarga-el-metodo-i-edgar-morin.html> El Autor la consultó el 11 de marzo de 2015.

Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad. Epistemology of complexity. *Gazeta de Antropología*. 20(2) 1-20. Disponible en Internet en: <http://hdl.handle.net/10481/7253> El Autor la consultó el 16 de octubre de 2017.

Myers, N., Mittermeir, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G., Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403, 853-858.

Nicolescu, B. (1996). La transdisciplinariedad. *Manifiesto*. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.

Novoa, Z. (1996). El origen del Río Amazonas. *Espacio y Desarrollo*. 8, 117-160.

Orellana, W., Eguiguren, M. (2011). *Inventario de las necesidades básicas insatisfechas y conflictividad social de las comunidades del área de influencia del proyecto estratégico nacional Zarza provincia de Zamora Chinchipe cantón Yantzaza parroquia Los Encuentros*. Trabajo de Investigación en la Maestría en Gestión y Desarrollo Local de la Universidad Técnica Particular de Loja, en Ecuador.

Ortega y Gasset, J. (1992). *La idea de principio en Leibniz y la evolución de la teoría educativa*. Madrid: Alianza Editorial.

Ortiz, P. (2011). Capitalismo extractivo, minería y derechos: ¿pueden cohabitar? *Iconos, Revista de Ciencias Sociales* [en línea] Disponible en internet en: [en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50918284001>](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50918284001) ISSN [1390-1249](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50918284001). El Autor la consultó el 23 de noviembre de 2017.

OUI. (2008). *Plan para el desarrollo de la Organización Universitaria Interamericana*. Loja: Editorial UTPL, 15.

Paladines, A., Soto, J. (2010). *Geología y yacimientos minerales del Ecuador*. Loja: Editorial UTPL.

Parker, D., Stacey, R. (1996). Caos, Administración y Economía. las implicaciones del pensamiento no lineal. *Revista Libretas*. 24. Disponible en internet en http://www.eseade.edu.ar/files/Libretas/21_5_Parker%20y%20Stacey.pdf El autor la consultó el 9 de noviembre de 2017.

Peláez, A. y Suárez, R., et. al. (2010). Observaciones Filosóficas en torno a la transdisciplinariedad. Barcelona: Anthropos.

Pérez, S. (2017). Análisis de la realidad Social-Jurídica de la población colombiana en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora – Chinchipe. *Cognitio Juris*. 5, 1. Edición electrónica, disponible en Internet en: https://www.researchgate.net/profile/Santiago_Perez_Samaniego/publication/313514217_ANALISIS_DE_LA_REALIDAD_SOCIAL-JURIDICA_DE_LA_POBLACION_COLOMBIANA_EN_EL_CANTON_YANTZAZA_PROVINCIA_DE_ZAMORA_CHINCHIPE/links/589cef75a6fdcc3e8bea42db/ANALISIS-DE-LA-REALIDAD-SOCIAL-JURIDICA-DE-LA-POBLACION-COLOMBIANA-EN-EL-CANTON-YANTZAZA-PROVINCIA-DE-ZAMORA-CHINCHIPE.pdf El Autor la consultó el 24 de noviembre de 2017.

Platón. (1872). Timeo. En: Azcarte, P. (Ed). *Obras completas*. Tomo 6. Madrid: Azcarte.

Pohl, C. (2005). Transdisciplinary collaboration in environmental research. *Futures*. 37(10), 1159-1178.

Popper, K. (1985): “*Post scriptum a la lógica de la investigación científica. Realismo y el objetivo de la ciencia*”. Madrid: Editorial Tecnos.

Price, P., Bouton, C., Gross, P., McPherson, B., Thompson, J., Weis, A. (1980). Interactions Among Three Trophic Levels: Influence of Plants on

Interactions Between Insect Herbivores and Natural Enemies. *Annual Reviews Ecological Systems*. 11, 41-65.

Prigogine, I., Stengers, I. (1986). *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Quintanilla, M. (1976). *Diccionario de filosofía contemporánea*. Salamanca: Ediciones Sígueme.

Ramírez S. (2010). El Mito de las culturas: reflexiones en torno a la investigación humanística en la interdisciplina. En: Peláez, A., Suárez, R., (Coords). *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinariedad*. Barcelona: Anthropos, 130-149.

Raven, P. (2012). Prólogo. En: Herzog, R., Martínez, R., Jorgensen, P., Tiesse, H. (Eds). *Physical Geography and Ecosystems in the Tropical Andes. Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Sao José de Campos: Scope, vii, edición en español.

Reale, G., Antiseri, D. (1995). *Historia del pensamiento filosófico y científico*. Barcelona: Herder.

Romero, L. (2008). A Prospective Vision for Universities. The role of the technology transfer units and distance education. Edición Electrónica de Commonwealth of Learning. Disponible en Internet en: http://oasis.col.org/bitstream/handle/11599/100/A_Prospective_Vision_for_Universities.pdf?sequence=1&isAllowed=y El Autor la consultó el 3 de noviembre de 2017.

Romero, L., Muñoz, J. (1997). Investigación, ética y universidad en Latinoamérica” Ponencia en el II Encuentro de la Red de Universidades Andinas. Cuzco, 1-6.

Romero-Pérez, C. (2003). Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. *Ágora Digital*, 6, 1-10.

Rosental, M., Iudin, P. (1946). *Diccionario filosófico marxista*. Montevideo: Ediciones Pueblos Unidos

Sanmartín J., Ortí, A. (2012). Evaluación de Tecnologías. ¿Qué es? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas? En: Sanmartín, J., Cutcliffe, S.H., Goldman, S.L., Medina, M., (Eds.). *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Antthropos.

San Segundo, R. (2002). Incidencia de aspectos culturales y sociales en la Organización del conocimiento transdisciplinar. *Information Review*. 26(4), 239-245.

Sánchez, L., Espinoza, M., Eguiguren, M. (2016). Percepción de conflictos socio-ambientales en zonas mineras: el caso del proyecto Mirador en Ecuador. *Ambiente & Sociedad*. 5(19). n. 2, 23-44.

Schatzschneider, U., Metzler-Nolte, N., (2006). New Principles in Medicinal Organometallic Chemistry. *Angewandte Chemie*, 45 (10), 1504-1507

Sardar, Z. (2009). Welcome to postnormal times. *Futures*. 45(5), 435-444.

Sen, A., Kliksberg, B. (2007). *Primero la gente*. Bilbao: Ediciones Deusto.

Serrano, G. (2007). *Origen y legitimidad. La metáfora política de la epistemología de Kant*.
https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo_Serrano/publication/265921287_Origen_y_legitimidad_La_metafora_politica_de_la_epistemologia_de_Kant/links/544e47550cf2bca5ce8ffa16.pdf El Autor la consultó el 1 de diciembre de 2017.

Sóliz, F., Maldonado, A., Valladares, C. (2013). Estado nutricional, desarrollo madurativo y sufrimiento mental en niños, niñas y adolescentes de comunidades cercanas al proyecto megaminero “Fruta del Norte” en comparación con comunidades de minería artesanal. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 31(3), 26-37.

Spinoza (1974). *The Ethics*. En: Descartes, R., Spinoza, B., Leibniz, G. *The Rationalists*. New York: Anchor Books.

Stennig K., et. al (2005). *What it means to be human. Origins and Evolution of Human Higher Cognitive Faculties*. European Comission: Comunity Research.

Strobl, W. (2007). El Principio de complementariedad y su significación científico–filosófica. Pamplona: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. Disponible en Internet en: <http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/1793/1/07.Wolfgang%20STROBL,%20Universidad%20de%20Navarra,%20El%20principio%20de%20complementariedad%20y%20su%20significación%20cient%C3%ADfico-filos%C3%93fica.pdf> El Autor lo consultó el 25 de octubre de 2017.

Tapia-Armijos, MF., Homeier, J., Espinosa, CI., Leuschner, C., de la Cruz, M. (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s – Losing a Hotspot of Biodiversity, *Plus One*. Revista digital. Septiembre 2, 2015, 1. Disponible en Internet en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133701> El Autor la consultó el 27 de noviembre de 2017.

Tarback, E., Lutgens, F. (2005) *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Madrid: Pearson.

Thompson, J. (2004). Prospects for transdisciplinarity. *Futures*. 36, 515–526.

Turnpenny, J., Jones, M., Lorenzoni, I. (2010). Where Now for Post-Normal Science?: A Critical Review of its Development, Definitions, and Uses. *Science, Technology, & Human Values*. 36, (3), 287 – 306.

Ursua, N. (2010). Hacia una filosofía naturalizada. El caso de la «mejora técnica» del ser humano: una visión futurista. En Galparrozo, J.; Insausti, X. (Eds.) “*Pensar la filosofía hoy*”. Plaza y Valdés Editores. Madrid.

Ursua, N. (2011). Las formas del conocimiento científico. Manuscrito, 7.

UTPL(2017). Smart Land – Gestión Inteligente del Territorio. Disponible en Internet en: <http://smartland.utpl.edu.ec>. El Autor la consultó el 8 de noviembre de 2017.

Wittgenstein, L. (2003). *Tractatus lógico-philosophicus*. Madrid: Alianza Editorial.