



Biodiversidad, comunidades campesinas e innovaciones biotecnológicas apropiadas

Susana Edit ÁLVAREZ¹

Resumen: Proyectos de desarrollo para culturas andinas, que incluyen tecnologías aplicadas a la semilla, requieren el análisis de su compatibilidad biocultural. Evidencias de procesos coevolutivos entre plantas, virus y la actividad de domesticación realizada por el hombre se asocian con agroecosistemas ecológicamente estables. El uso de semilla libre de virus está vinculado al resguardo de los recursos filogenéticos ex situ y la noción de progreso occidental, que busca dar respuesta a problemas derivados de sistemas de monocultivo, ecológicamente inestables. Una honesta intervención en el territorio requiere la autoevaluación de la propia visión que orienta y define la acción científica o tecnológica

Palabra-clave: Proyectos de desarrollo - culturas andinas - recursos filogenéticos ex situ

Abstract: Development projects for Andean cultures, including technologies applied to the seed, require analysis of biocultural compatibility. Evidence of coevolutionary processes between plants, viruses and domestication activity by man are associated with stable agro-eco-mind. The use of virus-free seed is linked to the defense of ex situ plant genetic resources and the Western notion of progress, which seeks to address problems arising from monoculture systems, ecologically unstable. An intervention in the territory honest self-assessment requires vision that guides and defines its own scientific or technological action

Keywords: Development projects - Andean cultures - ex situ plant genetic resources

La biodiversidad no es un objeto, sino una propiedad del conjunto. La importancia de la biodiversidad no radica en el número de elementos del conjunto, sino en las múltiples interrelaciones entre ellos².

En la provincia de Jujuy, durante el año 2003, se obtuvieron a partir de siembras a campo 400.000 mini tubérculos saneados principalmente de virus, disponibles para pequeños productores andinos, en el marco del proyecto “Semilla de papas andinas. Producido en La Quiaca, Jujuy, Argentina”³.

La implementación de dicha propuesta tecnológica no logró arraigo, diluyéndose con el pasar del tiempo, a pesar de los recursos invertidos y las acciones promovidas por instituciones provinciales y nacionales. Los productores andinos de papa continúan utilizando masivamente sus estrategias ancestrales de intercambio de semilla.

¹ Ing. Agrónoma (Especialista en Docencia Superior. Especialista en Protección de cultivos) en diciembre se fijará la fecha de defensa de tesis para optar al título de Magister en Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas. Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva (Fitopatología). E-mail: susyedit@yahoo.com.ar , cedaf@fca.unju.edu.ar (www.cedaf.fca.unju.edu.ar)

² Solbring Otto. 1999. Observaciones sobre biodiversidad y desarrollo agrícola, en Matteucci S., Solbring Otto, Morello J, Halffter G (eds.), Biodiversidad y uso de la tierra, Eudeba, Bs. As.

³ Santos, R. (Resp. De proyecto). (2003). Proyecto: Semilla de papas andinas. Producido en La Quiaca, Jujuy, Argentina. http://www.inta.gov.ar/balcarce/propapa/papas_andi.htm.



Bajo la premisa que los virus de la papa inducen efectos deletéreos en las plantas con disminución progresiva del rendimiento al mantenerse indefinidamente en el cultivo por la práctica de propagación vegetativa: ¿Cómo logró el sistema andino tan importante desarrollo siendo la papa uno de sus principales alimentos energéticos? ¿Cómo se mantuvieron productivas sus parcelas de papas?

Encontrar posibles respuestas implica analizar el rol de la biotecnología aplicada a las semillas, en culturas andinas. Se presenta como marco de análisis las aproximaciones filosóficas a los conceptos de ciencia y naturaleza, tomando de referencia el trabajo de Duran Florero⁴. Expuestas las distintas visiones pasaremos al análisis propuesto, en base a aquella que nos acerque a entender las relaciones entre naturaleza, culturas andinas y biotecnologías apropiadas.

Desde el Renacimiento, los padres fundadores de la ciencia la entendieron como un instrumento para domesticar el entorno. Esta racionalidad práctica, escudada en una supuesta neutralidad, queda esclavizada en una razón práctica de dominio. El conocimiento que genera es colocado por encima de los demás tipos de saberes, en tanto es postulado como el más próximo a la verdad. Esta visión antropocéntrica, que ha predominado como guía práctica para la producción agropecuaria e industrial, se caracteriza por una visión del hombre que se distancia de la naturaleza por su racionalidad, considerándola ajena a él, posible de domesticar priorizando exclusivamente su valor económico.

El biocentrismo y ecocentrismo; consideran en cambio a todos los seres vivos como objetos morales. El biocentrismo no habla de derechos, sino de valores, donde se puede negar que los vivientes no humanos tengan derechos y aún así reconocer que tenemos obligaciones y deberes frente a ellos. Negando cualquier gradualidad en cuanto a importancia de los seres vivos. Por su parte el ecocentrismo se distancia del primero por considerarlo limitado e individualista, planteando la necesidad de cambios culturales profundos que deben empezar por una reforma de la metafísica individualista dominante. La prioridad ontológica la tienen las relaciones entre elementos más que elementos considerados en sí mismos, pues la naturaleza de las partes está determinada por las relaciones con el todo. Así ésta posición aspira a reconstruir un sistema de valores apto para la gestión ambiental, la investigación científica, la aplicación de tecnologías, la cultura, la política, el derecho y la vida; proyecto que aún no ha tomado cuerpo e inclusive presenta posturas en contradicción. La vertiente de ecología social orientada a que los individuos alcancen mayor libertad mediante relaciones de cooperación y no de dominación también presenta debilidades aún irresueltas.

La visión democrática o del humanismo verdadero planteada por Hans Jonas sostiene que una vida propiamente humana es aquella en la que alguien puede atribuirse deberes morales, no se puede entonces rebajar la importancia del ser humano, así al pretender una visión naturalizada de éste (como la anterior), ya que se pondría en riesgo la autonomía moral. Esta visión no excluye la utilización de la naturaleza para la buena vida de los seres humanos, admite que la relación de los seres humanos con los otros seres, tiene un carácter moral señalando el tradicional error de interpretar el utilitarismo sólo a la idea de ganancia y de lucro exclusivamente material. Ésta consideración lleva a focalizar los esfuerzos en una mirada colectiva o social y no individual, con la necesidad de disminuir al máximo la totalidad del sufrimiento en el mundo, aumentando todo lo posible el bienestar. La fundamentación racional de éstos deberes morales para nuestra descendencia no es tarea fácil, si no se rompe con los dogmas metafísicos de la modernidad. Si no se supera la visión instrumentalista de la naturaleza y de la ciencia.

⁴ Duran Forero R. 2003. Una aproximación filosófica a los conceptos de ciencia y naturaleza. En Bioética y biotecnología en la perspectiva CTS. Edt: Castro Fernandez M.; Maldonado C.; Mendoza Vega J.; Duran R.; Marquez J y Cely Gal G. Colección Bíos y Eyhos. Ed. El Bosque: 115-134.



Finalmente Duran Forero expone la visión ecofeminista, donde comunidades y segmentos de la sociedad, incluida la occidental en el caso de las mujeres, pueblos indígenas americanos, comunidades agrícolas asiáticas y africanas se relacionan con la naturaleza de una manera más armónica e integral, no expoliándola y explotándola irracionalmente e indiscriminadamente. Rescatando entre sus características el hecho de considerar que la investigación no sólo supone la observación mecánica de la naturaleza y de los otros, sino la intervención política y moral.

Frente a la cooperación como regla de la supervivencia, es el capitalismo (esencialmente competitivo) el principal obstáculo para la salvación de la humanidad en la tierra imponiéndose un nuevo socialismo cooperador, ya que “si todo conocimiento es para *dominar*, según parece desprenderse desde Bacon, de la fórmula de que *saber es poder*, la *razón* que impulsa al conocimiento no es más que un instrumento al servicio de la dominación⁵.

Expuestas las visiones en pugna, paso a analizar la propuesta biotecnológica, desde una histórica formación antropocéntrica en tensión permanente con un proceso de reconstrucción ecofeminista.

Normalmente los agrónomos concebimos a los virus solo como patógenos dañinos. Sin embargo, la biología actual ha generado conocimientos que permiten ampliar nuestra mirada sobre las interacciones entre los virus y las plantas, donde la relación patógeno/hospedero está lejos de ser la única o principal. Permittiéndonos pensar en ella como uno de los motores de la evolución en general y la generación de diversidad en particular.

Después del análisis filosófico inicial, resulta ahora más clara la implicancia política de la teoría evolutiva de Darwin inmersa en la visión antropocéntrica, basada ésta en la competencia y la supervivencia de los más aptos, desplazando los estudios de fenómenos asociativos entre los seres vivos. Sin embargo algunos supuestos de dicha teoría han sido complementados con las bases genéticas de la herencia dando origen a la teoría moderna o sintética de la evolución. La demostración de procesos de duplicación de genes y de genomas completos, la transferencia horizontal de genes y la teoría endosimbiótica cuestionan la idea de cambio evolutivo como un proceso de acumulación de pequeños cambios a través del tiempo geológico.

La transferencia génica horizontal como uno de los procesos involucrados, corresponde a la transferencia de material genético (genes completos, operones enteros o secuencias no codificantes) entre organismos filogenéticamente diferentes y su integración estable en el genoma del receptor⁶.

A partir de los avances científicos, cabe preguntarnos: ¿Podrán existir genes virales integrados a genomas de plantas en general y de papa en particular? En tal caso ¿Qué podría esperarse de dicho fenómeno?

Los estudios moleculares de genomas animales y vegetales están arrojando resultados sorprendentes, identificándose abundantes secuencias de ADN correspondientes a virus endógenos. La mayoría se consideran derivados de virus exógenos que infectaron diversas especies en el pasado, y que se convirtieron en endógenos mediante la inserción en células germinales. Cada día se acumulan nuevos datos sobre actividad de virus endógenos, demostrándose que es un fenómeno que se produce como respuesta a condiciones ambientales adversas. El problema

⁵ Zaffaroni, R.E. 2013. La Pachamama y el humano. Ediciones Colihue.

⁶ Boto, L. (2012). Evolución reticulada. Evolución, 7 (2): 73-83.



es que raramente se interrelacionan y se los sitúa en un contexto evolutivo, que sería quizás la forma de comprender el significado de su presencia en los genomas⁷.

El estudio de los virus (fagos) de las Arqueas, la semejanza estructural de su cápsida con la de otros virus, y el hecho de que las secuencias que la codifican no tienen semejanzas con las de ningún otro ser vivo han llevado a la conclusión de que los virus coexistieron con las más antiguas formas de vida o incluso que las precedieron⁸.

Resultando un hallazgo no menor, que virus persistentes que rara vez causan una enfermedad detectable, puedan proporcionar beneficios significativos a sus huéspedes, ya sea proporcionando proteínas funcionales adicionales o para prevenir la infección de virus parásitos relacionados⁹.

En retrovirus endógenos de plantas, hay casos que estos pueden silenciar o bien comportarse como patógenos. Por ejemplo una secuencia del pararetrovirus endógena (LycePRV) del tomate genera pequeños RNAs de interferencia (siRNAs) que son importantes en la defensa de las plantas frente a la infección del virus exógeno LycePRV y otros virus relacionados. Algunos virus parásitos de plantas, de ARN de cadena simple, pueden conferirle a su anfitrión tolerancia a la sequía y frío. Sin embargo, estos virus exógenos normalmente no tienen una conducta primaria mutualista, sino patógena, por lo que su dinámica poblacional probablemente está impulsada por este modo de interacción¹⁰. Cuando las plantas de *Nicotiana benthamiana* están infectadas con TMV, CMV, BMV o TRV, sobreviven más tiempo a la falta de agua que las no infectadas. El mismo comportamiento se observó en plantas de arroz infectadas con BMV, de tabaco con TMV, y remolacha, pepino, pimiento, sandía, calabaza, tomate, *Chenopodium amaranticolor* y *Solanum habrochaites* infectadas con CMV. Las plantas de remolacha infectada con CMV sobrevivieron a tratamientos de frío mientras que las plantas no infectadas murieron¹¹.

¿Qué sucede cuando interviene el hombre en las interacciones entre los virus y las plantas?, ¿influirá la visión que éste tenga de la naturaleza?

¿Puede que sanear variedades bajo la premisa agronómica, ponga en riesgo la adaptabilidad y/o biodiversidad presente y/o futura de papas andinas?

Aparece una señal de alerta frente lo apropiado de la propuesta para el contexto analizado.

La conservación de la biodiversidad está íntimamente asociada a la utilización de los recursos naturales y, con ella, al uso que se le da a la tierra.

Los campesinos no conservan por conservar, los campesinos usan los recursos, interactúan con ellos, siendo esto lo que garantiza su permanencia y un proceso de continua co-evolución.

La ciencia justifica la conservación *ex situ*, pensando que en el futuro puede contribuir al mejoramiento de variedades frente a los cambios ambientales globales. Justificación que tendría

⁷ Sandín, M. (1998). La función de los virus en la evolución. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Tomo 95. Disponible online: http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/virus.html.

⁸ Rice, G.; Tang L.; Stedman K.; Roberto F.; Spuhler J.; Gillitzer E.; Johnson J.; Douglas T. y Young M. (2004). The structure of a thermophilic archaeal virus shows a doublestranded DNA viral capsid type that spans all domains of life” Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 101: 7716-7720.

⁹ Villarreal, L. (2009). Persistence pays: How viruses promote host group survival. Curr. Op. Microbiol., 12: 467-472.

¹⁰ Roossinck, M. (2011). Changes in Population dynamics in mutualistic versus pathogenic viruses. Viruses, 3: 12-19.

¹¹ Roossinck, M. (2011b). The good viruses: viral mutualistic symbioses. Nature Reviews, Microbiology (9): 99-108.



implícita la pérdida de la biodiversidad *in situ*, sin olvidar que el propio campesino forma parte de ella. ¿Será que el campesino también desaparecerá?

Al 2002 la colección de cultivares tradicionales de papa de América latina del CIP, disponía de cerca de la mitad de los materiales libres de virus. Con escasas experiencias de reintroducción de algunos cultivares de papas perdidos en los campos de los agricultores. Al 2013 Escobar y Roca comentan prácticas exitosas de repatriaciones de variedades papas saneadas en distintas comunidades del Perú¹².

En Argentina las colecciones de germoplasma se encuentran en el Banco de Germoplasma de la Estación Experimental de Balcarce INTA, informándose 209 entradas de distintas variedades de papas andinas de Jujuy, de las cuales 19 estarían libres de los virus PVS, PVX, PVY y PLRV¹³.

Una nueva pregunta me interpela ¿Las poblaciones de variedades criollas actuales y su correspondiente diversidad genética, será una copia exacta de lo que se encontró en el momento de las misiones de recolección actualmente en los bancos de germoplasma?

En las provincias de Chimborazo y Loja en Ecuador entre 2008 a 2010, se encontraron más variedades criollas de papa que lo citado por las misiones de los años 1970 y 1980¹⁴. La conservación y evolución en curso de la diversidad estaría relacionada con la aparición de los parientes silvestres en inmediaciones de lotes de variedades criollas de papa, las mutaciones somáticas y las prácticas de selección de los agricultores¹⁵.

En Perú, compararon las poblaciones de variedades conservadas *in situ* y *ex situ*, en un período de 40 años, en base a similitudes y características únicas a nivel de alelos. Se establecieron ensayos con los cultivares criollos a nivel de finca y se caracterizó molecularmente con 18 marcadores de SSR esta población *in situ*. La muestra de la población *ex situ* estuvo conformada por 173 accesiones de variedades locales del departamento en estudio. En general, la estructura genética de la población en términos de presencia o ausencia de alelos y la variación de la frecuencia alélica se consideró moderadamente estable. Pero la pérdida y el origen de los nuevos alelos dentro de un marco de tiempo definido y espacio geográfico limitado ocurrieron en paralelo y, por lo tanto, proporcionaron evidencia de la ocurrencia de la evolución de los cultivos *in situ*¹⁶.

La evaluación de la diversidad genética de 155 accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de Balcarce (INTA) usando cuatro microsatélites, reveló cinco genotipos distintos entre 31 clones analizados de la variedad local "Collareja", provenientes de Jujuy. Algunos geno-

¹² Escobar R., Roca W. (2013). Experiencias de cooperación internacional en la utilización de la biotecnología en la agricultura de escasos recursos. En: Biotecnología e innovación: el compromiso social de la ciencia, Ed: Hodson de Jaramillo E. y Zamudio T. Editorial U Javariana: 83-110.

¹³ Digilio A. Noviembre 2014. Material *in vitro* del Banco Activo de Germoplasma de la EEA Balcarce. La Colección *in vitro* de papa está conformada por variedades andinas de papa, clones del Programa de Mejoramiento Genético de Papa de INTA, genotipos específicos de especies silvestres de papa y colecciones de trabajo de especies silvestres papa. <http://inta.gob.ar/documentos/material-in-vitro-del-banco-activo-de-germoplasma-de-la-eea-balcarce/>.

¹⁴ Monteros, A. (2011). Potato landraces: Description and dynamics in three areas in Ecuador. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

¹⁵ Scarcelli, N.; Tostain, S.; Vigouroux, Y.; Luong, V.; Baco, M.; Agbangla, C.; Dainou, O.; Pham, J. (2011). Genetic structure of farmer-managed varieties in clonally-propagated crops. *Genetica*, 139: 1055-1064.

¹⁶ Haan, S.; Nuñez, J.; Bonierbale, M.; Ghislain, M. y Van der Maccsen, J. (2013). A simple sequence repeat (SSR) marker comparison of a large *In-and Exsitu* Potato landrace Cultivar collection from Peru reaffirms the complementary nature of both conservation strategies. *Diversity* 5: 505-521.



tipos detectados poseían morfotipos con características que permiten su identificación inequívoca, mientras que otros no se diferencian morfológicamente¹⁷.

Estaremos frente a otra señal de alerta para los procesos de producción y distribución de papa semilla saneada en un área geográfica reconocida como parte del centro de origen de la especie?

Es claro que el desarrollo tecnológico, desde la ciencia o desde la etnociencia busca innovar.

Para la ciencia, bajo la visión antropocéntrica imperante, las innovaciones involucraron transferencia de paquetes tecnológicos, como sucedió durante la revolución verde y actual revolución biotecnológica en el campo agropecuario. Se trata de una línea de pensamiento, en la que alguno de sus puntos son la teoría darwiniana, la escuela genética mendeliana y el resguardo de los recursos fitogenéticos *ex situ*. Línea de gran importancia para el mejoramiento genético y el desarrollo de cultivares para la agricultura empresarial. Innovación entendida para contrarrestar los problemas derivados de sistemas de monocultivo ecológicamente inestables, diseñados sobre modelos industriales de eficiencia.

En las culturas tradicionales existen formas de apropiación y gestión de los recursos naturales que responden a una racionalidad ecológica campesina y que se orientan hacia el logro de sistemas ecológicos estables. Hermanándose con la visión ecofeminista. Frente a una naturaleza de enorme complejidad, en la que todos sus componentes están interconectados y son todos imprescindibles para el mantenimiento de la vida. Así, procesos asociativos involucrados en la coevolución de las especies, parecen mantener una coherencia con la cosmovisión del sistema biocultural andino, en donde sobresalen los procesos cooperativos y asociativos sobre los competitivos. Interacciones entre la naturaleza y el hombre que contribuyen sin duda a conservar y generar biodiversidad.

Así inmersos en una u otra posición en el hacer científico, la ciencia entra en evidente tensión con las concepciones andinas sobre los recursos naturales integrados a sus formas de vida, a su cultura.

En Perú se denuncia un proceso continuo de erosión genética de los cultivares andinos de papa, adjudicado al reemplazo de cultivares tradicionales antiguos por variedades mejoradas, la extinción gradual de los cultivares tradicionales debido a la alta infección por virus, la mayor presión por plagas y enfermedades en los campos comerciales próximos a los sembrados con variedades mejoradas que tienen una relativa uniformidad genética, y las pérdidas causadas por heladas, sequías y granizadas que son cada vez más frecuentes debido al calentamiento global. Lo que generó la reducción del área sembrada asociada a la migración de la población rural¹⁸. Situaciones similares ocurren en comunidades andinas de Jujuy.

Inquieta pensar, que los científicos y/o tecnólogos nos concentremos en concebir soluciones a problemas que aparentemente no se pueden evadir, pudiendo adelantarnos generando conocimientos y tecnologías que los eviten.

Pero ¿Qué hacer frente a una tecnología andina entendida como el sistema tecnológico autóctono contemporáneo que al parecer se encuentra en estado de deterioro como conse-

¹⁷ Ispizúa, V. N., Guma, I. R., Feingold, S., & Clausen, A. M. (2007). Genetic diversity of potato landraces from northwestern Argentina assessed with simple sequence repeats (SSRs). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(8), 1833-1848.

¹⁸ Huaman, Z. (2002). Tecnología disponible para reforzar la conservación "in-situ" de los cultivares de papa tradicionales de los Andes. *Revista Electrónica de la Red Mundial de Científicos Peruanos*, 1(1), 1-10.



cuencia del proceso de transculturación, proceso que se orienta y se legitima por aspiraciones de modernización y desarrollo?

Todos los grupos humanos transforman el entorno para satisfacer sus necesidades, pero en las sociedades modernas son cada vez menos individuos los que tienen el peso mayor en determinar cómo van a ser las relaciones sociedad-naturaleza.

Muñoz plantea que el debate específico en lo que concierne a la biotecnología, hay que situarlo en la confrontación entre las raíces sociales e históricas del progreso tecnológico y la influencia ideológica del concepto de progreso respecto a otros dos conceptos fundamentales en el mundo actual, como son la sostenibilidad ambiental y la social. La noción de progreso, occidental, optimista o ilusionante, ha sido aceptada en las sociedades modernas hasta el punto de constituir una “cultura del progreso”, que se caracteriza por la correlación entre avance social y avance tecnológico, por lo que las naciones del tercer mundo tratan de modernizarse, no sólo para mejorar la situación material sino para alcanzar una creciente aceptación internacional, una mayor respetabilidad cultural. Las sociedades occidentales engloban también, y de modo creciente, posiciones críticas respecto a la tecnología, unas perspectivas que comparten con las dudas acerca de las supuestas ventajas del desarrollo de tecnologías no evaluadas socialmente. La sostenibilidad del desarrollo tecnológico es un tema sin duda problemático, aunque empiece a ser reconocido como una necesidad para una determinada ala de los defensores del progreso y de la influencia que sobre éste ejercen la ciencia y la tecnología¹⁹.

Ahora bien, el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Agricultura y la Alimentación del año 2001, en su artículo 9, “reconoce la enorme contribución que han aportado y siguen aportando las comunidades locales e indígenas y los agricultores de todas las regiones del mundo, en particular los de los centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, a la conservación y el desarrollo de los recursos fitogenéticos que constituyen la base de la producción alimentaria y agrícola en el mundo entero”²⁰.

Para emprender un camino de desarrollo alternativo del sector campesino debe ser pensado no como un problema o traba que se presenta en el proceso de globalización vigente sino como una alternativa a dicho proceso desde la multifuncionalidad de la misma. La decisión de tomar una tecnología de un entorno sociocultural diferente esta en el campesino mismo. Por lo tanto no debe ser impuesta bajo la seducción de un subsidio, ya que inevitablemente numerosas veces este enfoque ha demostrado terminar en el fracaso. Se trata de entender también que en mencionadas propuestas se avanza sobre la identidad y por lo tanto no se hace más que generar la lógica resistencia que el ser humano despliega ante el riesgo de perder la línea de su identidad.

La naturaleza, las culturas, las sociedades cambian permanentemente, y esa es la propiedad emergente que mantiene viva a *Gaia*, pero ¿Qué cambiar?

Sharry sostiene que la evaluación de las tecnologías debería dirigirse a saber si la misma representa una solución sostenible o la mejor de todas las opciones en un contexto ambiental y social específico. Y que todas las nuevas tecnologías tienen en común la necesidad de un debate serio y abierto sobre su desarrollo, para evitar la imposición de decisiones por parte de intereses ajenos y la trampa de un aparato propagandístico. Los países de la región tendrán que realizar profundos cambios para evolucionar hacia un sistema de innovación y desarrollo participativo en agrobiotecnologías, que incorpore, en particular, a los pequeños productores agroecológi-

¹⁹ Muñoz, E. (2000) Biotecnología y desarrollo en distintos contextos culturales. Influencias e impactos. Ciencia, tecnología/naturaleza, Cultura en el siglo, 21, 183-204.

²⁰ FAO. (2009a). Pueblos indígenas y tribales: construyendo la diversidad biológica y cultural para la seguridad alimentaria y de los medios de vida. Roma, Italia: 63. Disponible online: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0838s/i0838s00.pdf>.



cos y productores indígenas. Para responder a los múltiples retos, se deberá implementar una agenda holística, multidisciplinaria y multisectorial²¹.

El reconocimiento sobre la propia visión de la naturaleza que orienta y define la acción científica y/o tecnológica y el debate con los destinatarios de nuestro servicio (conocimiento científico o tecnológico) será fundamental para saber si vamos en el tren correcto.

²¹ Sharry S. 2013. Nuevas biotecnologías agropecuarias: la responsabilidad del no hacer. En: Biotecnología e innovación: el compromiso social de la ciencia, Ed: Hodson de Jaramillo E. y Zamudio T. Editorial U Javariana: 53-81.