

**Contribución de la sociología  
a la investigación y evaluación  
de las nanotecnologías**

**Gabriel Barrero / Montevideo 2011**

Monografía de Grado / Licenciatura en Sociología  
Facultad de Ciencias Sociales / Universidad de la República



Imagen de tapa: <http://lpmc.df.uba.ar/files/npa1.png>

Síntesis de nanopartículas de almidón / Laboratorio de polímeros y materiales compuestos, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Tutor

Rafael Bayce

Tribunal evaluador

Rafael Bayce / Alén Pérez Casas / Amílcar Davyts



**“Más todavía: existen ciencias a las que les es propia una eterna juventud; entre estas se encuentran todas las disciplinas históricas, esto es, todas aquellas a las cuales el flujo en eterno progreso de la cultura plantea problemas siempre nuevos”.**

**Max Weber**

## Resumen

Las nanotecnologías están demostrando un gran potencial en la creación de materiales nuevos y en la transformación de los existentes. Sin embargo, las conceptualizaciones y juicios que las personas hacen sobre ellas no se deben únicamente a las cualidades fácticas de las tecnologías. Las nanotecnologías también se despliegan como un discurso que se organiza en torno a una estructura binaria. Para poder pensar desde la sociología cómo se produce esto, hemos propuesto un esquema conceptual que da autonomía a la cultura y que le asigna un papel estructurador en el nivel discursivo del sistema de acción. En este contexto, elaboramos dos pares de conceptos típico-ideales con la finalidad de comprender las nanotecnologías por el sentido que sujetos asignan a su producción y empleo, en Uruguay. Fundamentamos dichos conceptos, y sus respectivas relaciones, a partir de la interpretación de los discursos de dos representantes empíricos: Alvaro Mombrú y Enildo Iglesias. Ambos son referentes nacionales sobre la temática de las nanotecnologías, pero desde lugares y posturas distintas. Además, a partir de pensar sobre un problema concreto, nuestro trabajo pretende reivindicar la necesidad de incluir en el ámbito sociológico la construcción de los objetos de estudio, la generación de conceptos e hipótesis. Creemos que la sociología se reserva un papel demasiado pobre si únicamente la reducimos a la validación del conocimiento de categorías osificadas.

**Palabras clave:** nanotecnologías, trascendencia, orden social, igualdad social, estructura binaria, método comprensivo.

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Algunas consideraciones sobre las nanotecnologías.....</b>	<b>6</b>
1.1 ¿Qué son las nanotecnologías?.....	6
1.2 Breve reseña del desarrollo nanotecnológico.....	7
1.3 Nanotecnologías en Uruguay.....	9
<b>2. Antecedentes sobre el estudio de las nanotecnologías en Uruguay y la región.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>14</b>
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
<b>4. Corpus teórico.....</b>	<b>15</b>
4.1 Tecnología y sociedad.....	15
4.1.1 Determinismo tecnológico y determinismo social de las tecnologías.....	15
4.1.2 La construcción de la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo.....	19
4.2 Impulso a la trascendencia, igualdad social y tecnologías.....	24
4.3 Autonomía de la cultura y código binario.....	27
4.4 Nivel discursivo en el sistema de acción social.....	31
<b>5. Marco metodológico.....</b>	<b>36</b>
5.1 Metodología cualitativa.....	36
5.2 Método comprensivo o interpretativo.....	36
5.3 Reflexiones epistemológicas.....	38
5.3.1 El punto de vista gnoseológico: comprensión, interpretación y explicación.....	38
5.3.2 Acerca de los supuestos axiológicos.....	40
5.4 El discurso como dato.....	42
5.5 Universos y unidades de análisis.....	43
5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
5.6.1 Guion de entrevista.....	44
5.6.2 Registro de documentos escritos.....	44
5.7 Técnicas de análisis: Análisis de contenido de los discursos.....	44
5.7.1 Sobre la técnica.....	44
5.7.2 Clasificación y ordenamiento del discurso: registro y codificación.....	45
<b>6. Los tipos ideales.....</b>	<b>47</b>
6.1 Las nanotecnologías como vehículo de salvación y de condenación.....	47
6.2 Las posturas optimista y pesimista frente a las nanotecnologías.....	50
6.3 Afinidad entre tipologías.....	54
<b>7. Consideraciones finales.....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>59</b>
<b>A. Anexo teórico.....</b>	<b>61</b>
A.1 Biografía de Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias.....	61
A.2 G-Nanotec-Uy y la UITA.....	62

<b>B. Anexo metodológico.....</b>	<b>65</b>
B.1 Fiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos.....	65
B.2 Guía temática de entrevista.....	69
B.3 Guión de entrevista semi-estructurada.....	69
B.4 Análisis de contenido de los discursos escritos y hablados .....	70
B.4.1 Libro de códigos.....	70
B.4.2 Ficha de registro/análisis.....	72
B.5 Fiabilidad y validez de la técnica de análisis.....	88
B.6 Entrevistas semi-estructuradas.....	91
B.7 Fuentes documentales.....	106
<b>Bibliografía.....</b>	<b>139</b>



## Introducción

Desde las últimas dos décadas del XX nuevas tecnologías han irrumpido a nivel mundial. Con la capacidad de visualizar y manipular la materia a escala atómica se ha hecho posible construir nuevos productos, modificar los existentes e imaginar grandes transformaciones en la vida humana. Si bien en Uruguay el desarrollo nanotecnológico es incipiente puede advertirse el interés que estas nuevas tecnologías están comenzando a despertar. En este sentido, se han venido inaugurando –tanto con apoyo de instituciones nacionales e internacionales– espacios destinados a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) nanotecnológica; al tiempo que cada vez más los nuevos investigadores se incorporan formados en esta especialidad. Paralelamente, ámbitos de discusión y formación, donde participan los más diversos actores individuales y colectivos, permiten exponer y confrontar visiones disímiles sobre el destino y consecuencias, así como ventajas y desventajas, de las nanotecnologías en nuestro país.

En este contexto, el presente trabajo es un intento por contribuir a la discusión sobre el cambio nanotecnológico nacional. Para ello, nos proponemos comprender sociológicamente las nanotecnologías por el sentido que sujetos asignan a su producción y empleo, para el caso uruguayo. Esto implica pensar el desarrollo y consecuencias de las nuevas tecnologías en el ámbito de las representaciones colectivas y de las subjetividades humanas. Desde esta perspectiva, suponemos que ideas como trascendencia, orden social e igualdad social conducen a las personas a anular o aceptar, a hacer perecedera o perdurable, unas tecnologías concretas. De manera que las posturas que se posee sobre su desarrollo y consecuencias no responden, únicamente, a cualidades o resultados fáctico-materiales: las personas conciben las nanotecnologías y, en particular la I+D+i nanotecnológica local, en relación a valores y representaciones colectivas.

En definitiva, es un juego mutuo entre las cualidades materiales de las tecnologías y el ámbito cultural al que adscriben las personas lo que define el lugar asignado a las nanotecnologías. Creemos que el sentido atribuido a la producción y empleo de las tecnologías es un ámbito poco explorado desde la sociología, por lo que nos proponemos una aproximación en esta dirección. Teóricamente, proponemos posicionarnos desde una sociología cultural que aprehende el discurso de sujetos concretos a partir de un código binario con carácter estructurante, y de una narrativa que lo vehiculiza. Así, suponemos que el discurso sostenido en relación a nanotecnologías es siempre antagonico.

La lectura del presente trabajo exige abrir la mente a la idea de que la propuesta se trata de un *ejercicio* para comprender, en alguna medida, unos pocos aspectos de la realidad en la que estamos inmersos. Creemos que esta actitud permite liberar la imaginación, requisito esencial para pensar y transformar nuestras propias relaciones humanas.

El lector encontrará que la monografía se compone de seis unidades y un anexo. Comenzamos realizando algunas consideraciones generales sobre las nanotecnologías. No centramos en qué son y por qué considerarlas tecnologías novedosas. Al tiempo que reseñamos el desarrollo nanotecnológico internacional y local. A continuación examinamos los principales antecedentes sobre el estudio sociológico de las nanotecnologías. En tercer lugar, explicitamos los objetivos que se persiguen en el trabajo. Para luego, cuarto, desarrollar el marco teórico conceptual. Aquí abordamos la temática tecnología-sociedad; la relación entre impulso a la trascendencia, igualdad social y tecnologías; proponemos un modelo que permite dar cuenta del nivel discursivo de la acción social, asignando autonomía a la cultura y organizándola en torno a un código binario. En quinto lugar, se presenta el marco metodológico. En particular, nos referimos al método comprensivo de Max Weber; lo describimos al tiempo que realizamos una reflexión epistemológica. Además, exponemos el universo y unidades de análisis, así como las técnicas de recolección y análisis de datos. En la sexta y última parte exponemos los resultados alcanzados, a saber: dos pares de tipologías y sus relaciones. Finalizando, a modo de síntesis, con algunas consideraciones y reflexiones sobre lo hecho.

## 1. Algunas consideraciones sobre las nanotecnologías

### 1.1 ¿Qué son las nanotecnologías<sup>1</sup>?

Puede entenderse por nanotecnologías *toda tecnología relacionada con materiales, sistemas y procesos que operan a escala atómica y molecular*, es decir, a nanoescala<sup>2</sup>. *Nano* –que en griego significa “enano”– es el término usado para referirse al nanómetro (nm), la millonésima parte de un milímetro (mm) o, lo que es lo mismo, la milmillonésima parte de un metro (m). A diferencia de otros prefijos asociados a las tecnologías, ‘nano’ no da cuenta del material –o materia– con el que se trabaja, sino que describe la escala a la que se lo hace<sup>3</sup>.

$$1\text{nm} = 10^{-6}\text{mm} = 10^{-9}\text{m}$$

Debido a la mayor superficie relativa y a efectos mecánico-cuánticos los nanomateriales manifiestan propiedades distintas que la –misma– materia a ‘escala tradicional’ (Miller y Senjen, 2008: 30)<sup>4</sup>. En este sentido, se ha observado una mayor probabilidad de que la materia manifieste nuevas propiedades cuando se encuentra por debajo de los 100 nm (Miller y Senjen, 2008: 30). De aquí la tendencia mundial a definir los nanomateriales como aquellos “que tienen una o más dimensiones que miden 100 nm o menos, o que tienen al menos una dimensión a esta escala que afecta el comportamiento y las propiedades de los materiales” (Miller y Senjen, 2008: 27)<sup>5</sup>. Como correlato, se entiende que nanotecnologías son “toda tecnología relacionada con materiales, sistemas y procesos que operan a una escala de 100 nanómetros o menos” (Miller y Senjen, 2008: 30)<sup>6</sup>.

Sin embargo, se ha constatado la existencia de comportamientos similares en partículas que superan los 100nm. Esto ha estimulado a algunos científicos y organizaciones a proponer límites superiores a ese valor. Para la Organización Amigos de la Tierra, por ejemplo, los 100 nm pueden resultar escasos cuando se pretende evaluar, ambiental y sanitariamente, los efectos de

<sup>1</sup> Dada la simbiosis existente entre nanotecnologías y desarrollo científico, en este trabajo el término nanotecnologías lleva implícito el de ‘nanociencias’. Por ejemplo, para Oddone et al (2010: 65) “la Nanociencia estudia la materia a escala de estructuras moleculares y atómicas, utilizando las herramientas de la física, química, biología y ciencia de los materiales, buscando responder preguntas básicas sobre el comportamiento de estructuras en esa escala”. No obstante, con fines prácticos, en el presente trabajo siempre referiremos al término nanotecnologías; llevando implícita la idea de nanociencias.

<sup>2</sup> En este sentido, la legislación de la Unión Europea establece que “las nanociencias y las nanotecnologías son nuevas áreas de investigación y desarrollo (I+D) cuyo objetivo es el control del comportamiento y la estructura fundamental de la materia a nivel atómico y molecular” (Comisión de las Comunidades Europeas, 2004).

<sup>3</sup> Piénsense, por ejemplo, como el prefijo *bio*, propio de la biotecnología, sí da cuenta del material con que opera ésta disciplina.

<sup>4</sup> Sin entrar en detalle, y de forma muy sencilla, diremos que los efectos mecánico-cuánticos refieren al comportamiento de la materia y la energía a escala “reducida”; es decir, en donde, por ejemplo, comienza a manifestarse efectos vinculados al “principio de indeterminación” en la materia.

<sup>5</sup> Debe tenerse presente que en la naturaleza siempre ha existido la materia a dimensiones nanométricas. Según Poole y Owens (2007: V): “Aunque la palabra *nanotecnología* es relativamente nueva, la existencia de dispositivos y estructuras funcionales de dimensiones nanométricas no lo es; además tales estructuras han existido en la Tierra desde el mismo origen de la vida”.

<sup>6</sup> Quizás sea más preciso decir que, ‘nanotecnologías’ son toda tecnología relacionada con materiales, sistemas y procesos que operan a una escala que se encuentra entre 1 y 100 nm. Por debajo del nanómetro se encuentran las escalas atómica (0,1nm) y nuclear ( $10^{-5}$  m, aproximadamente). Otra definición posible para las nanotecnologías es la que hace la Royal Society, ésta organización las define como el “diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas para controlar la forma y el tamaño a la escala nanométrica” (Delgado, 2006: 11).

dichos materiales; por lo que se haría necesario controlar todos aquellos materiales inferiores a los 300nm (Miller y Senjen, 2008: 32).

Más allá de esta viva discusión, lo que importa resaltar es que las nanotecnologías son novedosas en varios aspectos, hecho que se traduce en el potencial que muestran para la creación de nuevos productos o en el mejoramiento de los existentes<sup>7</sup>. Fundamentalmente, existen cuatro dimensiones que hacen de las nanotecnologías algo novedoso:

- **Nuevas propiedades:** Las nanotecnologías responden a una escala en la que la materia manifiesta propiedades desconocidas hasta entonces. Entre 1 y 100 nm los materiales (nanomateriales) cambian sus propiedades respecto a la 'escala tradicional': resistencia, absorción de la luz, conductividad calórica y eléctrica, magnetismo, elasticidad y toxicidad.
- **Proceso bottom-up:** Si bien aún no es lo más común, se trata de tecnologías en las que existe el potencial de poder construir objetos y sistemas materiales partiendo de la manipulación directa de átomos y moléculas. Por primera vez es posible la creación de productos a partir de dichas escalas; este proceso se denomina *bottom-up* (de abajo hacia arriba), y difiere de lo que ha sido la forma tradicional de elaboración de objetos y sistemas materiales, conocido como *top-down* (de arriba hacia abajo)<sup>8</sup>.
- **Indiferencia entre materia biótica y abiótica.** A nano escala no se presenta diferencia entre materia viva y no viva. Con ello se torna potencialmente posible fusionar ambos niveles de la materia.
- **Convergencia y transversabilidad:** La convergencia de distintas disciplinas científicas, tecnologías y técnicas, y la transversabilidad a distintas áreas de conocimiento, alcanza grados inexistentes en el desarrollo tecnológico hasta la llegada de las nanotecnologías.

## 1.2 Breve reseña del desarrollo nanotecnológico<sup>9</sup>

*A mi modo de ver, los principios de la Física no se pronuncian en contra de la posibilidad de maniobrar las cosas átomo por átomo.*

Richard Feynman<sup>10</sup>

Con estas palabras, a finales de la década de 1950, el físico Richard Feynman desafiaba la imaginación al especular sobre el principio fundamental que rige a lo que más tarde se llamaría nanotecnologías: la posibilidad y potencialidad de manipular la materia a escala atómica. Como escriben Pool y Owen (2007: 3), Feynman "propuso manipular átomos individualmente para poder construir pequeñas estructuras que poseyeran las más variadas propiedades". Sin embargo, será necesario que pasen más de dos décadas para el término nanotecnología sea acuñado. En

---

<sup>7</sup> En el mercado ya es común encontrar electrodomésticos, productos de belleza, medicamentos, artículos deportivos, alimentos, productos veterinarios, materiales de construcción y mecánica, así como equipamiento militar, que utilizan nanomateriales.

<sup>8</sup> El proceso *bottom-up* no es novedoso en sí mismo, la química ha venido utilizando esta modalidad desde hace mucho tiempo; lo que es novedoso es que se tenga como punto de partida átomos y moléculas.

<sup>9</sup> En este apartado sólo se ilustrarán aquellos sucesos de mayor relevancia en la historia del desarrollo nanotecnológico. Por una breve -pero completa- lectura sobre la historia de las nanotecnologías consúltese a Poole y Owens citado (2007).

<sup>10</sup> Palabras pronunciadas por el Premio Nobel de Física (1965) Richard Feynman, en la ponencia *Hay bastante espacio en el fondo* (*There is plenty of room at the bottom*), celebrada el 29 de diciembre de 1959 en el Instituto Tecnológico de California (Poole y Owens, 2007: 3).

1974 un miembro de la Universidad de Ciencias Tokyo, Norio Taniguchi, introduciría el término para diferenciar las escalas micro y nano<sup>11</sup>.

Aquella idea de Feynman se haría 'notablemente' efectiva recién en 1981, cuando el alemán Gerd Binnig y el suizo Heinrich Rohrer –trabajando en el laboratorio de investigaciones de IBM, en Zurich– inventaron la microscopía de Barrido de Efecto Túnel (*Scanning Tunnel Microscope*, o STM por su sigla en inglés); permitiendo, por primera vez, visualizar y caracterizar átomos<sup>12</sup>. Cinco años más tarde se desarrollaría el Microscopio de Fuerza Atómica (*Atomic Force Microscope* o AFM) permitiendo una mejora en la visualización de la materia a nanoescala. En 1989 se descubría que con la microscopía de tunelación no sólo era posible visualizar átomos, sino que también se los podía manipular individualmente. Pero el año 1985 marca un hito en la historia de las nanotecnologías; Harry Kroto –de la Universidad de Sussex, Reino Unido–, Richard Smalley y Robert Curl –ambos de la Universidad Rice, Texas– publicarían en la revista *Nature* “la existencia de la primera molecular conocida de carbono puro”: los fullerenos (Mombrú, 2010: 10).

Desde la última década del siglo pasado, las nanotecnologías poco a poco comenzaron a ganar el interés de empresas y gobiernos<sup>13</sup>. A principios del siglo XXI, la inversión y desarrollo en nanotecnologías ha tenido un fuerte impulso. En 2006 la inversión en investigación nanotecnológica, pública y privada, superaba los 12 millones de dólares; con igual participación para cada sector (Foladori, 2008: 2). Según datos de la Lux Research, en 2007 “el mercado mundial de productos con nanopartículas fue de 32 mil millones” de dólares (Foladori, 2008: 2). Como se desprende del Anuario 2007 del Global Environment Outlook, presentado el 5 de enero de ese año, en Nairobi:

(...) la nanotecnología representa el 0,1 % de la economía mundial manufacturera, pero se espera que alcance el 14% en 2014, lo que implica un total de 2,6 millones de dólares. Sería el equivalente a cinco veces las exportaciones de Latinoamérica y el Caribe, lo que significaría que entre un 15% y un 20% de los productos manufacturados sean bajo nanotecnología (Crónicas, 2008).

El investigador uruguayo Alvaro Mombrú (2008: 121) asegura que, “medido en conocimiento o en movimiento de divisas, ya se puede decir que este siglo ha sido marcado por la nanotecnología”. Actualmente, Estados Unidos, Europa y Japón lideran en I+D+i en la materia; siendo seguidos por dos de las grandes economías emergentes, China e India. Por otra parte, Brasil, Chile, Argentina y México son en América Latina las naciones con mayor estímulo a la I+D+i nanotecnológica.

El hecho de que por primera vez los materiales puedan ser manipulados a escala atómica, y su correlato, la potencialidad que las nanotecnologías están demostrando tener, y auguran alcanzar en la creación de nuevos productos y en la modificación de los existentes, ha llevado a que muchas personas posicionen a estas tecnologías como la nueva revolución tecnológica mundial<sup>14</sup>. Este fenómeno se refleja en el tono profético con que muchas veces se las suele presentar. En un artículo de la revista *National Geographic*, por ejemplo, se expresa lo siguiente:

<sup>11</sup>  $10^{-6}$  m y  $10^{-9}$  m, respectivamente.

<sup>12</sup> Decimos 'notablemente' porque desde la década de 1950 se trabajaba, de forma experimental, en la visualización y manipulación de pequeñas partículas metálicas (Poole y Owens, 2007: 3-4).

<sup>13</sup> Como sostienen Poole y Owens (2007:5), es así que “en 1996 varias agencias gubernamentales, bajo la dirección de la National Science Foundation, organizó un estudio para evaluar el estado actual de las tendencias en el mundo sobre la investigación y el desarrollo de las nanociencias y la nanotecnología”.

<sup>14</sup> Los economistas suelen hacer referencia a la situación revolucionaria de las tecnológicas al atribuirles un carácter disruptivo; significa que son tecnologías que estarían modificando 'radicalmente' todo el sistema de producción.

En un mar abierto no se puede distinguir un tsunami, esa ola larga y pequeña cuyo período solamente se hace patente cuando rompe en la costa. Las revoluciones tecnológicas se mueven con el mismo siglo. Es difícil ver la ola cuando todavía está en el medio del océano. Esto explica por qué hay tan pocas personas conscientes del cambio que se avecina. La nanotecnología lleva ya dos decenios de desarrollo, pero la primera ola de aplicaciones apenas empieza a romper. Cuando lo haga de lleno, hará palidecer a la revolución de la computadora (Kahn, 2006: 74).

### 1.3 Nanotecnologías en Uruguay

Si bien los niveles de I+D+i nanotecnológica en Uruguay dista del que poseen los países de punta en la materia, y de los más destacados de la región (Brasil, Chile, Argentina y México), en los últimos años las nanotecnologías han comenzado a despertar el interés de investigadores, empresas e instituciones de distinta índole. En septiembre de 2006 se creó el grupo interdisciplinario Nanotec-Uruguay (G-Nanotec-Uy). Articulando el área de las nanociencias y nanotecnologías este colectivo se conformó por investigadores de las facultades de Química, Ingeniería, y Ciencias –de la Universidad de la República (UdelaR)–, y por el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable –bajo órbita del Ministerio de Educación y Cultura (MEC)–. Como desde su formación, el G-Nanotec-Uy continúa estructurado en torno a dos grandes ramas de investigación (materiales y biomedicina) y seis equipos de trabajo. Además, actualmente estos equipos integran el Centro en Nanotecnología y Química y Física de Materiales, en el Espacio Interdisciplinario (UdelaR)<sup>15</sup> (Chiacone, Chimuris y Garrido, 2010: 25), el que tiene como cometido: “Consolidar las áreas de Química y Física de Materiales y Nanotecnología en la UdelaR a través del esfuerzo coordinado de docentes de las Facultades de Ciencias, Ingeniería, Odontología y Química” (Espacio Interdisciplinario, 2011).

De acuerdo con las investigaciones de Chiacone, Chimuris y Garrido (2010) los seis equipos que conforman el G-Nanotec-Uy son los siguientes:

- Grupo Nanobiología, Departamento de Proteínas y Ácidos Nucleicos, del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, MEC.
- Grupo NanoMat, Laboratorio de Cristalografía, Estado Sólido y Materiales, Departamento de Químico-Física y Matemática, de la Facultad de Química, UdelaR.
- Laboratorio de Biomateriales, Instituto de Química Biológica, de la Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Unidad de Bioquímica Analítica, Centro de Investigaciones Nucleares, de la Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Área de Radiofarmacia, Centro de Investigaciones Nucleares, de la Facultad de Ciencias, UdelaR.
- Laboratorio de Física del Estado Sólido del Instituto de Física, de la Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Dentro de este ámbito, el 22 de abril de 2008 el Presidente de la República de turno, Tabaré Vázquez, inauguró el primer laboratorio nacional, o unidad especializada de investigación, en nanotecnologías, el Centro Nanomat, en el Centro Tecnológico de Pando. Su objetivo “la promoción y el desarrollo de investigación especializada, en el marco del impulso a la inversión en innovación” (Presidencia, 2008). Para la creación del Centro la UdelaR contó con el apoyo económico del Gobierno Nacional y de la Unión Europea. Según información del Gabinete Productivo de 2009, en el año 2008 eran diecisiete los investigadores abocados a las nanotecnologías y veintiocho los involucrados laboralmente al campo (Chiacone, Chimuris y Garrido, 2010: 22).

---

<sup>15</sup> Para conocer con detalle las investigaciones que están llevando adelante cada uno de estos equipos consúltense el Anexo teórico.

Paralelamente, organizaciones e instituciones, con distintas finalidades e interés, han estimulado la discusión pública del tema. Es en este contexto que en mayo de 2006 se desarrolla el *Seminario Nanotecnología: la próxima revolución tecnológica*, como resultado del esfuerzo aunado entre Facultad de Arquitectura (UdelaR), la Casa Bertolt Brecht y la Secretaría Regional de la Red Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines (Rel-UITA). Como consecuencia del Seminario un grupo de investigadores sociales ingresa a la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS) (Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 5). En setiembre del mismo año se lleva a cabo el Seminario *Nanotecnología: oportunidad para grandes innovaciones*, bajo la organización de la Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (SUPCYT). En junio de 2008, Extensión de la UdelaR, la Casa Bertolt Brecht y la Rel-UITA desarrollan un *Curso de Formación sobre Nanotecnologías, Trabajo y Sociedad*. En abril de 2009 el Programa de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de FLACSO–Uruguay realiza el *Curso Nanotecnología y Sociedad*. En octubre, con la coparticipación del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable y de las Facultades de Ciencias, Ingeniería y Química (UdelaR), se desarrolla un curso de carácter académico que llevó por nombre *Bases de la Nanociencias*.

En suma, es de destacar el rol que han venido cumpliendo la UdelaR, la Casa Bertolt Brecht y la UITA en el contexto local<sup>16</sup>. Todas estas actividades junto a los esfuerzos por I+D+i de los científicos uruguayos han ido introduciendo a las nanotecnologías en la agenda científico-tecnológica del país.

---

<sup>16</sup> Si bien la UITA es una organización internacional, su Secretaría Regional (Rel-UITA) se ubica en la ciudad de Montevideo. Esta institución ha estimulado en el país la discusión sobre las implicancias que las nanotecnologías podrían generar en personas, medio ambiente y sociedad. Para conocer con más detalle las características de la UITA, consúltese el Anexo Teórico.

## 2. Antecedentes sobre el estudio de las nanotecnologías en Uruguay y la región

Básicamente, es posible reducir los abordajes hechos desde la perspectiva de las ciencias sociales –aunque no necesariamente por científicos sociales– sobre las nanotecnologías a dos grandes temas: análisis de I+D+i y análisis de implicancias. El primer tipo de abordaje describe el grado de I+D que presentan estas tecnologías a nivel mundial, en una región o un país; los niveles de inversión destinados; y como estos elementos se articulan para la innovación. Además, se identifica y caracteriza los actores y redes institucionales en juego en el proceso de I+D+i. El segundo tipo de análisis, en cambio, centra su mirada en las implicancias sociales, éticas, económicas, sanitarias y/o ambientales asociadas a las nanotecnologías. También aquí se identifica y caracteriza actores e instituciones, pero ya no sólo con fines descriptivos sino con el objetivo de atribuir algún tipo de relación entre ellos y las implicancias.

Sin embargo, debemos decir que esta división temática indica, fundamentalmente, una primacía relativa, pues raramente se presenta de forma pura en los estudios sobre las nanotecnologías. Así, por ejemplo, es factible que los análisis centrados en las implicancias nanotecnológicas contengan descripciones sobre niveles de I+D, inversión e innovación tecnológica.

En el caso concreto de América Latina los trabajos de Guillermo Foladori, Noela Invernizzi, Gian Carlo Delgado, Edgar Zayago Lau y Mark Rushton han generado antecedente para todo quien pretenda estudiar las nanotecnologías en la región. Delgado analiza la promoción de I+D nanotecnológica latinoamericana bajo el conocido esquema centro-periferia. Bajo este marco, el autor entiende que los países dependientes subordinan sus políticas de nanotecnologías a los intereses de los “socios metropolitanos”. Por lo tanto, el camino que debe recorrer América Latina para reducir sus niveles de “subordinación” y “dependencia” es “impulsar ciclos industrializadores endógenos al tiempo que se desarrolla ciencia y tecnología propia”. Dichos procesos deben estar concebidos para revertir las “estructuras de clase actuales” y, consecuentemente, la distribución desigual de la riqueza (Delgado, 2008: 21-22).

En *Nanotecnología y los enclaves del conocimiento en Latinoamérica*, Zayago, Foladori y Rushton (2009) proponen un abordaje en relación a un “amplio contexto del desarrollo” con el fin de tomar distancia de las posturas economicistas, es decir, de aquellas visiones que reducen desarrollo a crecimiento económico. Este análisis piensa las nanotecnologías en relación a la *economía del conocimiento* –donde innovación y conocimiento son fuerzas motrices de la economía– y al rol que asume el Banco Mundial (BM) en su impulso (Zayago, Foladori y Rushton, 2009: 329). Sobre la relación nanotecnologías-desarrollo los autores afirman que, por un lado, es habitual que se presente el potencial de estas tecnologías como solución a problemas ambientales y sanitarios, y como una ventana de oportunidades al desarrollo económico. Desde esta perspectiva las tecnologías son expuestas como neutrales (Zayago, Foladori y Rushton, 2009: 330). Además, agregan, esa visión inscribe a las nanotecnologías en el marco de una *economía del conocimiento* estimulada por organismos como el BM. Este tipo de instituciones promueven el conocimiento y la innovación como prerequisites para el incremento de la competitividad y –como resultado– para el desarrollo de las naciones más pobres. Zayago, Foladori y Rushton entienden que es necesario situar a las nanotecnologías en “su contexto”, favoreciendo así el análisis socioeconómico. Esto permite comprender porque cuando las nanotecnologías se inscriben en una “estructura de clases que reproduce la inequidad” la brecha socioeconómica y tecnológica, y la desigualdad en general, se incrementan, aún cuando los indicadores sobre competitividad puedan mostrar mejoría (Zayago, Foladori y Rushton, 2009: 330):

Desde la perspectiva ampliada del desarrollo, es decir, de aquella enfocada a la disminución de la pobreza y la inequidad, es muy probable que las repercusiones de la nanotecnología en el desarrollo no ayuden a mejorar las condiciones de vida de la población pobre y trabajadora. Quienes proponen a la nanotecnología como una solución a economías en vías de desarrollo ven exclusivamente la tecnología,

pero no las estructuras socioeconómicas en las que se inserta. De hecho, las estructuras socioeconómicas se encuentran preestablecidas de alguna manera, por lo que la nanotecnología sólo vendrá a insertarse en el marco de la dinámica de las propias estructuras (Zayago, Foladori y Rushton, 2009: 342).

Por otra parte, los estudios de Invernizzi y Foladori vienen constituyendo un valioso aporte al tema en la región; entre sus publicaciones se destacan: *Nanotecnologías disruptivas. Implicaciones sociales de las nanotecnologías* (Foladori e Invernizzi, 2006), *Nanotecnologías, salud y pobreza. ¿Cuáles son las expectativas?* (Foladori, 2007), *Las nanotecnologías en América Latina* (Foladori, 2008) y *La nanotecnología en la crisis mundial* (Foladori, 2009). Es de destacar, en especial, el trabajo *Las nanotecnologías en América Latina* por presentar un completo estudio para los casos de Argentina, Brasil, Chile, México, Región Andina, Uruguay y Venezuela.

Otro aporte de particular interés para el continente es el trabajo de Kay y Shapira (2009). Estos autores analizan el desarrollo y estrategias utilizadas en la región centrandose el análisis en Argentina, Chile, Brasil y Uruguay.

En lo que respecta al caso uruguayo, se revela un escaso aporte de las ciencias sociales locales al estudio de las nanotecnologías. Entendemos que, particularmente, dos factores contribuyen a ello: los bajos niveles de I+D+i nanotecnológico y el poco interés de estas ciencias por la temática tecnológica –con excepción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)–. En este contexto, los esfuerzos por poner en la agenda nacional el tema de las nanotecnologías se concentra en el aporte de unos pocos investigadores. Así, Adriana Chiancone, Ramiro Chimuris y Lydia Garrido –integrantes de ReLANS– presentaron en el año 2007 un detallado informe denominado *La nanotecnología en Uruguay*. Como se resume en ese trabajo:

Se presenta el desarrollo de la nanotecnología (NT) en el Uruguay, destacando la pertinencia de un abordaje de la tecnociencia que considere los aspectos éticos, legales, y sociales, así como los impactos económicos, y los riesgos a la salud y ambientales. Se subraya el rol jugado por algunos actores como catalizadores del proceso de vinculación local de los científicos uruguayos de NT, y de la conformación del Grupo Nanotec-Uruguay. Se plantean algunas propuestas relativas a la construcción de oportunidades de los practicantes del campo, así como también ciertos lineamientos básicos para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay relacionadas con la NT (Chiancone, Chimuris y Garrido, 1997)

Nos interesa resaltar la detallada descripción que los autores hacen del escenario institucional doméstico, las estrategias impulsadas por el Estado, y la articulación que éste realiza con otras instituciones del ámbito nacional e internacional para la promoción de I+D+i. De especial interés es la minuciosa descripción de los actores que han participado en la promoción del G-Nanotec-Uy, así como el “cuadro sinóptico de la nanotecnología” en nuestro país.

En el mismo año, dos de estos investigadores, Chimuris y Garrido publican *El control extranjero de las nanotecnologías mediante los derechos de propiedad. El caso uruguayo*. Un año más tarde el Sello Editorial de la Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio (CSEAM), de la UdelaR, edita *Nanotecnologías en la alimentación y la agricultura*, con la coordinación de Foladori e Invernizzi, y prólogo de Enildo Iglesias. El libro contiene obras de Georgia Miller, Rye Senjen, Guillermo Foladori, Noela Invernizzi y Edgar Sayago Lau.

En 2010, con Adriana Chiancone y Guillermo Foladori como coordinadores ReLANS y la CSEAM publican en web *Las nanotecnologías en Uruguay*. En este trabajo se exponen textos de Adriana Chiancone, Álvaro Mombrú, Guillermo Foladori, Helena Pardo, Juan Carlos Benech, Fabián M. Capdevielle, Lydia Garrido Luzzardo, María Brum, Mariana Pereyra, Ramiro Chimuris, Ricardo Faccio, Natalia Oddone, Marcos Tassano, Juan Pablo Damián, Natalia Pi, Ana Inés Zambrana, Dolores Etchegoimberry y Pablo Cabral. Además, durante los últimos años se ha venido publicado artículos y entrevistas en distintos medios escritos y electrónicos.

En suma, para el caso uruguayo el estudio sobre las nanotecnologías, desde la perspectiva de las ciencias sociales y humanas, se ha sostenido en el esfuerzo de unos pocos investigado-

res. Los trabajos de Chiacone, Chimirus y Garrido exponen, fundamentalmente, la historia del desarrollo nanotecnológico nacional y un diagnóstico de situación, al tiempo que estimulan la necesidad de evaluar el impacto en el marco de los estudios Éticos, Legales, Sociales y Ambientales (ELSA). Por otra parte, Chirimus y Garrido, además, revisan en el marco de los derechos de propiedad el desenvolvimiento de las nuevas tecnologías. Aunque desde otro ámbito disciplinar, el investigador uruguayo Álvaro Mombrú se encuentra realizando una gran contribución a la discusión de la temática al poner de relieve la importancia de enmarcar a las nanotecnologías en un contexto de innovación y desarrollo tecnológico.

Nos gustaría que la presente monografía fuese una modesta contribución a los esfuerzos analíticos que se vienen desarrollando, desde las ciencias sociales, para comprender el curso de las nanotecnologías en Uruguay. A partir de un abordaje sociológico nuestro trabajo propone un esquema interpretativo para comprender el cambio nanotecnológico local desde un punto de vista, pero en ningún momento desde el único.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

- Comprender sociológicamente las nanotecnologías por el sentido que sujetos asignan a su producción y empleo, para el caso uruguayo.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Elaborar un modelo teórico-conceptual sencillo que asigne carácter autónomo y estructurante al subsistema cultural, en el nivel discursivo del sistema de acción social.
- Construir pares de conceptos típico-ideales polares:
  - A1 - Nanotecnologías como vehículo de salvación
  - A2 - Nanotecnologías como vehículo de condenación
  - B1 - Posturas optimista frente a las tecnologías
  - B2 - Posturas pesimista frente a las tecnologías
- Fundamentar empíricamente dichas tipologías a partir de la interpretación de los discursos escritos y hablados de dos representantes empíricos concretos.
  - ✓ Álvaro Mombrú
  - ✓ Enildo Iglesias
- Relacionar las tipologías A1 y B1 y las tipologías A2 y B2.

## 4. Corpus teórico

### 4.1 Tecnología y sociedad

#### 4.1.1 Determinismo tecnológico y determinismo social de las tecnologías

En mayor o menor grado, toda persona involucrada con el estudio de las tecnologías o con la defensa o rechazo de sus consecuencias toma posición sobre el lugar que ellas ocupan en la sociedad. De manera más o menos explícita se proponen argumentos sobre la relación tecnología-sociedad y sobre las determinantes del cambio tecnológico. Desde el ámbito de las ciencias sociales e históricas se ha esgrimido que estos argumentos se organizan en torno a dos determinismos antagónicos: el determinismo tecnológico y el determinismo social de las tecnologías. Para Lujan y Moreno (1996: 156):

La evolución histórica de los estudios sociales sobre la tecnología está impregnada por una controversia entre dos concepciones generales antagónicas: determinismo tecnológico *versus* determinismo sociológico [...] La controversia entre determinismos no ha desaparecido por completo, aunque su plasmación sí aparece atenuada en los estudios sociales de la tecnología en curso.

Ahora bien, aun cuando el discurso cotidiano sobre las tecnologías supera en amplitud y complejidad al discurso estrictamente técnico, creemos que es plausible pensar que aquel también se organiza en base a la controversia que Lujan y Moreno encuentran en los estudios sociales sobre tecnologías. Partiendo de este supuesto, en el apartado nos proponemos una breve –y, como consecuencia, reduccionista– revisión de los argumentos asociados a ambas posturas. En segundo lugar, abordaremos los discursos cotidianos sobre la construcción de la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo. Aquí sostendremos que también es posible organizar dichos argumentos con arreglo a una dicotomía.

Como dijimos, comenzaremos por hacer referencia al tema de los determinismos. Sobre el determinismo tecnológico, Claudio Katz observa que “tiene viejas raíces en los relatos populares, que describen el sometimiento del individuo a los instrumentos mecánicos” (Katz, 1998: 37). Según este autor:

En la literatura animística del siglo XIX y en la ciencia ficción del siglo XX son muy corrientes las imágenes de hombres que transfieren su poder a las máquinas y que luego pierden el control sobre los artefactos que han creado. Esta “anticipación artística” del fenómeno es particularmente visible en Frankenstein y en la “rebelión de las máquinas” de Erehwon, donde se plantea nítidamente el problema del auto-direccionamiento de la tecnología y del sometimiento de la sociedad a este mandato (Katz, 1998: 37-38).

Por su parte, el filósofo español Antonio Diéguez (2005) desarrolla un interesante análisis sobre cómo se ha ido conceptualizado el determinismo tecnológico, y en particular desde el terreno de lo popular, lo que denomina “determinismo tecnológico popular”. El autor subraya que el concepto se asocia a diversas interpretaciones debido a los diferentes contextos y motivos en los que ha sido utilizado:

El determinismo tecnológico ha sido atribuido, con mayor o menor justicia, a autores tan dispares como Karl Marx, Ernst Jünger, Martin Heidegger, Lewis Mumford, Jacques Ellul, Herbert Marcuse, Langdon Winner, Lynn White, Jr., John Kenneth Galbraith, Marshall McLuhan, Alvin Toffler, Robert L. Heilbroner, Neil Postman, etc. (Diéguez, 2005: 3).

Además, entiende que “el discurso sobre el determinismo tecnológico puede hacer referencia a dos cosas que, en principio, son completamente independientes”. Por un lado, el concepto es utilizado para referirse a la idea de “proceso autónomo de desarrollo” tecnológico; por otro

lado, para sostener que “la tecnología determina –o influye de forma decisiva en– el curso de la historia”, esto es, en los procesos histórico-sociales<sup>17</sup>.

Pero existe una tercera manera de interpretar el determinismo tecnológico: como “analogía con el determinismo tal como se entiende en las ciencias naturales desde que fuera definido por Pierre-Simon de Laplace en 1814, es decir, como el sometimiento de todos los fenómenos naturales a leyes inmutables” (Diéguez, 2005: 4)<sup>18</sup>. Ahora bien, Diéguez encuentra en esta última variante conceptual un representante poco probable de interpretación popular, siendo más característico del pensamiento académico.

Retomando las dos primeras conceptualizaciones (como proceso autónomo de desarrollo, o las tecnologías como determinantes de los procesos histórico-sociales). Para el autor es un error concebir que ambas ideas estén necesariamente relacionadas, por lo que debe entenderse el “determinismo tecnológico popular como la ausencia de control de la tecnología por parte del ser humano; como el desarrollo autónomo de la tecnología” (Diéguez, 2005: 5). O dicho de otra manera, la incapacidad de las personas para incidir en el desarrollo tecnológico. A su vez, al interior de esta perspectiva pueden encontrarse dos variantes. La primera refiere a que las tecnologías siguen sus propias leyes, lo que las hace ingobernables. Esta visión tiene por representante al pensador francés Jacques Ellul. Para la española Pérez Sedeño (2008:18), Ellul “afirma que la tecnología esclaviza autónoma e irresistiblemente todo: arte, familia, etc. Al considerar que los sistemas tecnológicos son autónomos piensa que escapan a todo control y son valorativamente neutros”. La segunda vertiente establece que si las tecnologías son autónomas es porque los hombres han dejado de lado aquellos ámbitos que permiten su control y domesticación. El libro *Tecnología autónoma* de Langdon Winner es un ejemplo típico de esta postura. Así, de forma esquemática, puede decirse que mientras la postura de Ellul responde a un determinismo tecnológico estricto, la visión de Winner expresa un determinismo relativo.

Además, los deterministas tecnológicos suele atribuir *neutralidad valorativa* a las tecnologías. Al tener origen disociado de la acción humana, las tecnologías no son intrínsecamente portadoras de valores, sino que responden a una racionalidad interna, basada en el criterio de eficiencia. Pérez Sedeño (2008: 16) observa que esta postura se encuentra en quienes consideran a las tecnologías ciencia aplicada, es decir, como “la aplicación del conocimiento racionalmente adquirido a situaciones para lograr fines libremente elegidos”.

Ahora bien, como hemos señalado, el determinismo tecnológico también suele comprenderse como la determinación tecnológica de los procesos histórico-sociales. De acuerdo a Aibar (2001), “ciertas tecnologías acaban afectando, según este punto de vista, a todos los ámbitos sociales: las instituciones, las formas de interacción, el imaginario cultural e, incluso, las cosmovisiones”.

Una de las corrientes de pensamiento que tradicionalmente suele vincularse a esta perspectiva es la marxista, o, lo que quizás sea más justo decir, las interpretaciones marxistas tecnológicamente deterministas. Tomemos como ejemplo la obra de posguerra de Herbert Marcuse. En *Las teorías sociológicas desde la Segunda Guerra Mundial. Análisis multidimensional*, Jeffrey Alexander expresa que en su análisis sobre la “sociedad industrial avanzada” (capitalismo de mediados del siglo XX) Marcuse es tan determinista como Marx, pero a diferencia de éste el poder que el primero le asigna a las tecnologías es mayor (Alexander, 1992: 283). Ese mayor poder se justifica porque Marcuse propone un esquema analítico en el que modo de producción, tecnologías, relaciones de producción y superestructura son idénticas. Así, el determinismo tecnológico “fusiona los subsistemas que están bajo su mando” conformando una sociedad unidimensio-

---

<sup>17</sup> Mientras la primera postura encuentra más adeptos en los filósofos, la segunda lo hace en los historiadores.

<sup>18</sup> Según el autor: “Trasladando a la tecnología lo sostenido por el determinismo físico, el determinismo tecnológico debería afirmar que todos los fenómenos tecnológicos obedecen a leyes naturales que dictan de forma necesaria la configuración que tomará la tecnología en cualquier momento posterior. Y, en efecto, hay quien lo ha entendido de forma muy cercana a esto” (Diéguez, 2005: 3).

nal (Alexander, 1992: 284). De manera que la tecnología ha logrado suturar la cultura con la 'base material', haciendo que desaparezca la posibilidad de trascendencia. Como expresara el propio Marcuse: "en el medio tecnológico, la cultura, la política y la economía, se unen en un sistema omnipresente que devora o rechaza todas las alternativas" (Marcuse, 1985: 26).

En este esquema analítico las tecnologías ('técnicas de producción') son el elemento central de dominación del hombre; sin embargo, hay margen para la 'liberación'. Alexander entiende que esta autonomía es posible porque Marcuse introduce en su modelo esa capacidad liberadora como categoría *ad hoc* o residual. Por lo tanto, el determinismo marcuseiano es más la expresión de una teoría unidimensional que de una sociedad unidimensional. Es el cambio que produce en su perspectiva teórica lo que lo lleva a sostener que la sociedad multidimensional del siglo XIX desemboca en el "sistema omnipresente" de *El hombre unidimensional*.

Respecto a Marx, algunos críticos entienden que su adscripción al determinismo tecnológico es explícita, aunque para otros, en cambio, su postura es ambivalente. Y efectivamente, en sus distintas obras no asigna la misma importancia a las tecnologías. Por ejemplo, en *Miseria de la filosofía* Marx escribe que "el molino a brazo os dará la sociedad con señor feudal; el molino a vapor, la sociedad con el capitalismo industrial". En *El Capital*, donde Marx dedica todo el capítulo XIII del libro primero a la *maquinaria y gran industria*, lo que llama máquinas o maquinaria (instrumentos) –además de otros elementos que conforman los medios de producción: materias primas y espacios físicos– constituyen, junto a la fuerza de trabajo, las fuerzas productivas que actúan como motor material del cambio histórico-social. Mientras en *La Miseria de la filosofía* el pensador se posiciona como un determinista tecnológico, en *El Capital* subsume las tecnologías a una 'base material' que no se restringe –únicamente– a ellas<sup>19</sup>.

En fin, más allá de si Marx es un determinista incondicional o si subsume las tecnologías a una totalidad mayor que en conjunto determina el acontecer social, lo que nos interesa resaltar es que tanto para él como para Marcuse el desarrollo tecnológico es un elemento inherente a la explicación histórica. Pero mientras en Marx las tecnologías son simultáneamente fuente de contradicción y potenciales generadoras de oportunidades, en Marcuse se las niega por entero puesto que el grado de reificación alcanzado por las tecnologías ha restringido al máximo la libertad y capacidad crítica del hombre. Como para Marcuse la ausencia de neutralidad es intrínseca a las tecnologías las rechaza completamente. Su postura no es otra cosa que la extensión a las tecnologías de la idea marxiana de fetichismo de la mercancía; es decir, la imposición fetichista de las tecnologías –de la producción en tanto sistema técnico– sobre la acción humana que caracteriza al capitalismo contemporáneo.

Para finalizar esta discusión, mencionaremos dos temas que pueden encontrarse relacionados al determinismo tecnológico. Por un lado, para algunos críticos quienes adscriben a que las tecnologías determinan el cambio social establecen la escisión ontológica entre tecnologías y sociedad (Fressoli y Thomas, 2010). Por otro lado, el determinismo tecnológico también es asociado al 'modelo lineal' de desarrollo tecnológico. En pocas palabras, esto significa que el desarrollo tecnológico "se presenta como una sucesión de fases discretas conectadas en un único sentido: conocimiento científico, aplicación del mismo a un problema práctico, innovación tecnológica, difusión y uso" (Eduard Aibar, 2001: 145).

---

<sup>19</sup> El papel que Marx atribuye a las tecnologías ha sido causa de continuo debate, al grado que su obra ha servido de fundamento para argumentar tanto a favor como en contra del determinismo tecnológico. Para autores como Robert Heilbroner, por ejemplo: "Si partimos del supuesto de que el molino manual "trae" el feudalismo y el molino de vapor el capitalismo, este supuesto sitúa el cambio tecnológico en la posición de principal motor de la historia social" (citado por Chávarro, 2004: 124-125). Sin embargo para Bimber esta interpretación no es correcta porque "el adjetivo que Marx da a la tecnología no es el de autónoma sino instrumental, la tecnología es un instrumento usado estratégicamente por un agente social" (Chávarro, 2004: 130). Dicho de otra manera: es el hecho de que la tecnología cumple un papel instrumental para los fines de la burguesía lo que la hace central para comprender el modo capitalista, y no porque sea causa suya.

En suma, coincidimos en que autonomía, entendida como dinámica endógena a las tecnologías –en pos de la eficiencia técnica creciente–, y determinación tecnológica necesaria de los acontecimientos socio-históricos no son lógicamente dependientes. Porque como bien argumenta Diéguez (2005: 3):

Se puede creer que la tecnología es autónoma y asumir al mismo tiempo que los procesos sociales e históricos no están determinados por su desarrollo, y se puede pensar que determina dichos procesos si bien no sigue un desarrollo completamente autónomo de otros agentes sociales. Ciertamente es, sin embargo, que algunos deterministas fuertes y también algunos comentaristas unen ambas tesis y las presentan – erróneamente en mi opinión– como si tuvieran que ir necesariamente ligadas: la tecnología es autónoma en su desarrollo y determina los procesos históricos y sociales.

Sin embargo, más allá de nuestro punto de vista, es común que a nivel discursivo ambas interpretaciones aparezcan asociadas. En esta línea, Eduard Aibar (2001) expresa que “la perspectiva determinista se caracteriza por considerar la relación entre tecnología y sociedad como unidireccional: mientras que la evolución de la sociedad (en sus aspectos económicos, políticos o culturales) es consecuencia del desarrollo tecnológico –está, pues, determinada por él–, la tecnología sigue un curso particular de acuerdo con sus propias leyes”.

Debe resaltarse que en ambos casos lo que a fin de cuenta se supone es la no determinación causal de la acción o voluntad humana sobre las tecnologías: cuando el determinismo tecnológico es interpretado como autonomía, la acción no incide sobre el cambio tecnológico, en cambio, cuando es concebido como determinismo sobre los procesos sociales la acción no incide sobre la configuración del orden histórico-social.

En contraste con el determinismo tecnológico se encuentra una perspectiva que sostiene la determinación social de las tecnologías. Esta visión nace como oposición a la tesis de neutralidad que sostiene la primera perspectiva; aunque no se restringe a esto. También se origina por el rechazo a la concepción de que la tecnología es quien imprime el curso de la historia. Como nota Argenti (1985: 6), estos argumentos toman fuerza hacia finales de la década de 1960 “sobre la base del pensamiento crítico ligado a los estudios de política científica, pero fundamentalmente a consecuencia de los acontecimientos históricos”. En estos años se hace patente el debilitamiento del elevado optimismo hacia las tecnologías, heredado del siglo XIX, que había sobrevivido las dos Guerras Mundiales y en buena medida la Guerra Fría.

En términos generales, el determinismo social se caracteriza por subordinar la dinámica tecnológica al ámbito social en la que se encuentra inscripta. Hecho que puede ser definido como heteronomía tecnológica. Ahora bien, por determinantes sociales puede entenderse muchas cosas: podría hablarse de acción, sistema, estructura, cultura, instituciones, valores, poder, deseos, necesidades o intereses, que actúan como determinantes últimos del cambio tecnológico. Por lo general el discurso cotidiano refiere al determinismo social sin explicitar cuál de estas ideas está por detrás de él. No obstante, lo que importa resaltar es que cualquiera sea el caso lo que subyace es la oposición a la idea de autonomía tecnológica: ahora las tecnologías, en lugar de responder a factores endógenos o leyes internas, obedecen a factores sociales.

Detengámonos en la impugnación a la idea de autonomía. Recuérdese que los deterministas tecnológicos suele atribuir *neutralidad valorativa* a las tecnologías al establecer la existencia de una racionalidad interna basada en el criterio de eficiencia. El rechazo a la autonomía tecnológica de los deterministas sociales suele asociarse con la impugnación a la *neutralidad*. Esto significa que las tecnologías no son neutras porque no pueden librarse de los valores que le imprimen quienes las producen, seleccionan y utilizan. No hay neutralidad en la dirección, sentido y velocidad que la dinámica tecnológica asume, y, como consecuencia, tampoco lo hay en las implicancias generadas por ella. Detrás de los creadores, operadores o usuarios se halla la sociedad determinando el curso e implicancias de las tecnologías.

Ahora bien, si una de las interpretaciones hecha desde el determinismo tecnológico es la ausencia de control de las tecnologías por parte del ser humano (autonomía), en el determinismo social el lugar dado a la acción puede ser entendido como ambivalente. En efecto, que los factores determinantes sean sociales no implica que la voluntad tenga cabida. En un extremo, lo social puede ser entendido como un contexto/estructura que no otorga 'libertad' a la acción; en el otro, la sociedad puede ser interpretada como la máxima contingencia, con lo que la acción se desarrolla libremente, adaptando y reorientando su curso y el de las tecnologías –que a aquella se supeditan–.

Para finalizar haremos una muy breve genealogía sobre la producción académica en este sentido. Hacia finales de la década de 1960 se produce una renovación de los marcos conceptuales utilizados para analizar la relación tecnología-sociedad. Desde entonces se desarrollan programas interdisciplinarios, también conocidos como estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En los años 80 se configuran marcos analíticos que buscan superar los determinismos a partir de introducir relaciones causales bidireccionales entre tecnología y sociedad. En este contexto se origina los estudios sociales sobre tecnología o sociología de las tecnologías; destacándose, en particular, tres grandes corrientes: la Teoría de los Sistemas, la Teoría del actor-red (Latour, Callon y Law), y la perspectiva Construccionalista (Wiebe Bijker y Trevor Pinch).

En suma, reconocemos que desde hace ya varias décadas las ciencias sociales e históricas han reposicionado el vínculo entre tecnología y sociedad, superando las visiones deterministas<sup>20</sup>. No obstante, creemos que los fundamentos antagónicos aún siguen estructurando el discurso cotidiano de toda persona involucrada con el estudio de las tecnologías o con la defensa o rechazo de las consecuencias que produce su desenvolvimiento.

#### 4.1.2 La construcción de la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo

¿Quién o qué define la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo?<sup>21</sup> En lo que sigue buscaremos estructurar la respuesta a esta interrogante en relación a dos visiones antagónicas que, a nuestro entender, son las que priman cuando se toma posición sobre el tema. Al igual que para el caso de los determinismos, debe entenderse la dicotomía como un recurso que permite, al simplificar, ordenar la discusión.

Comenzaremos discutiendo sobre los términos investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y su relación. A partir de estos insumos conceptuales básicos abordaremos los distintos argumentos sobre la definición de la agenda tecnológica en subdesarrollo.

Siguiendo el Manual de Frascati (2002: 17):

Las actividades de innovación tecnológica son el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan llevar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados. La I+D no es más que una de estas actividades y puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, siendo utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase hasta su culminación.

---

<sup>20</sup> Este es el tipo de postura como la de Hernán Thomas, para quien: "Tanto a nivel internacional como nacional, las producciones sobre la cuestión socio-técnica son relativamente escasas, y fragmentarias. ¿Cuál es la perspectiva socio-técnica? Aquella que intentando superar las limitaciones de los determinismos lineales considera que las sociedades son tecnológicamente construidas al mismo tiempo que las tecnologías son socialmente configuradas" (Thomas, 2010).

<sup>21</sup> Utilizamos la idea de *subdesarrollo*, en un sentido amplio, para dar cuenta de un tipo específico de estructura socioeconómica. En lo que respecta a la estructura productiva y exportaciones, las naciones subdesarrolladas se caracterizan por la primacía relativa de materias primas (*commodities*). Además, los países presentan niveles relativamente elevados de desigualdad social y/o pobreza, así como un producto per cápita relativo bajo.

Si bien la innovación tecnológica no es necesariamente determinada por la I+D, en la actualidad estas actividades constituyen el *input* de mayor relevancia. Ahora bien, puede agregarse que tampoco el desarrollo tecnológico es resultado necesario de la investigación científica, sin embargo esta juega un papel cada vez más importante en la actividad innovadora contemporánea<sup>22</sup>. Nos interesa resaltar esto porque en el caso uruguayo la innovación en nanotecnologías es por excelencia producto de la investigación científica; enmarcada –respetando la tendencia histórica del país– fundamentalmente en la estructura institucional científico-académica pública. Por dicho motivo, en el presente trabajo nos centraremos en la I+D como único aporte de la innovación tecnológica.

Entonces, ¿qué se entiende por I+D tecnológica? La legislación española propone una definición que nos parece satisfactoria para los fines que perseguimos. Según ésta legislación:

Se considerará investigación a la indagación original planificada que persiga descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico, y desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes (Real Decreto Legislativo 4/2004)<sup>23</sup>.

Entonces, podemos decir que la I+D tecnológica es el conjunto de actividades que permiten, mediante la aplicación de los resultados de la investigación –básica y aplicada– generar materiales, dispositivos y procedimientos tecnológicos. De aquí se desprende que el concepto de I+D implique fundamentalmente tres actividades: investigación básica y/o investigación aplicada y desarrollo tecnológico. En otros términos, I+D+i, tal como nos interesa entenderlo aquí, es un concepto que vincula, relacionando, las ideas de investigación –en, por lo menos, una de sus dos modalidades, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica.

A lo dicho debemos agregar que entendemos necesario explicitar algunos supuestos. El primero es que partimos de la idea de que generalmente se concibe la I+D+i tecnológica relacionada, de alguna manera, con el mercado global de bienes y servicios<sup>24</sup>. Bajo esta definición, innovar implica nuevas ideas que al hacerlas efectivas se traducen en bienes comercializables para un país. O como dice André Piater, la innovación es “una idea transformada en algo vendido y usado” (Piater, citado en Costa, 2006: 16).

Esta observación conduce al segundo supuesto, a saber: Las personas utilizan al Estado nación como principal categoría –en sus dimensiones política, geográfica y económica– para organizar el discurso sobre la construcción de la agenda local de I+D+i en ámbito de subdesarrollo; aún cuando se inscriba al Estado nación en el mundo globalizado. Que los factores determinantes de la innovación sean exógenos o endógenos a esa entidad (categoría) constituye el cuerpo argumentativo de los discursos<sup>25</sup>.

<sup>22</sup> La fuerte simbiosis entre investigación y desarrollo tecnológico se expresa en los actuales planes nacionales de I+D que los distintos países del mundo llevan a cabo.

<sup>23</sup> En el mismo sentido que el Manual de Frascati, la legislación española considera como *innovación tecnológica* a toda “actividad cuyo resultado sea un avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de los ya existentes. Se considerarán nuevos aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de las existentes con anterioridad” (Real Decreto Legislativo 4/2004).

<sup>24</sup> Entendemos por *mercado global* el sistema de intercambio de bienes y servicios de escala planetaria realizado en base a premisas liberales; aun cuando de hecho estos principios no se expresen en su forma pura.

<sup>25</sup> Es sabido que en la actualidad es imposible comprender la actividad innovadora si nos restringimos al Estado nación como unidad de análisis. Innumerables teóricos han venido trabajando en este sentido. Lo que nosotros decimos es otra cosa: que el discurso cotidiano, tanto de académicos como no académicos, utiliza al Estado nación como categoría argumentativa principal; de aquí la centralidad atribuida a ella en nuestro estudio.

Ahora bien, como nuestro interés se centra en comprender procesos innovadores locales, diremos –agregando a lo definido por Piater– que para nuestros fines analíticos existe innovación cuando una idea transformada en algo vendido y usado se genera endógenamente.

Hechas estas consideraciones, ahora estamos en condición de abordar la interrogante inicial. ¿Quién o qué define la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo? Es posible sostener que frente a esta pregunta las personas mantienen básicamente dos posturas: una positiva y otra negativa. En la primera se atribuye *autodeterminación* al país subdesarrollado en la construcción de su agenda de I+D+i tecnológica. Se justifica en factores endógenos las causas del sentido, dirección y velocidad que toma la I+D+i local. De manera que las restricciones y oportunidades para constituir una agenda tecnológica propia, orientada a superar la condición de subdesarrollo, se identifican con la idiosincrasia, gestión o administración de recursos, calificación de la mano de obra, capacidad o espíritu emprendedor, entre otros factores.

De lo anterior se desprenden dos asociaciones positivas. Primero, entre cambio tecnológico –o quizás sea más correcto decir entre desarrollo tecnológico– y cambio social; y, segundo, entre la capacidad de decisión local y la construcción de la agenda tecnológica, en tanto generadora de oportunidades para el desarrollo socio-económico.

En este contexto, las ideas de mercado, crecimiento económico y competitividad expresan los objetivos inmediatos a los que se orienta la I+D+i. La investigadora uruguaya Judith Sutz (2008: 40) observa que:

La innovación es vista desde esa perspectiva como herramienta fundamental dirigida a la competitividad empresarial y, a través de ella, a la creación de riqueza que permita, luego, el financiamiento de las políticas sociales necesarias. Quizás la innovación acreciente la desigualdad, pero si en esta carrera corre más rápido la creación de riqueza se podrán paliar los “inevitables efectos negativos del progreso”<sup>26</sup>.

Efectivamente, se asigna un lugar privilegiado a la inversión en I+D+i tecnológica en ámbito del capitalismo de mercado mundial. La I+D+i tecnológica se posiciona como estratégica para incrementar la competitividad económica, porque se entiende que con ello se obtiene un saldo –económico– positivo que puede ser transferido a la sociedad en su conjunto. En esta perspectiva se presenta disconformidad con las consecuencias del capitalismo de mercado, pero conformidad con el modelo en sí mismo. No hay negación al modelo socio-económico en su esencia, y las tecnologías son concebidas como positivas pues son un medio para superar el *statu quo*.

Creemos que es posible sostener cierta asociación entre la *visión positiva de la construcción de la agenda tecnológica, en contexto de subdesarrollo*, y el *determinismo social de la tecnología*, o lo que es más correcto decir, la visión optimista y voluntarista dentro de ésta. Si para quienes adscriben al determinismo social, detrás de los creadores, operadores o usuarios de las tecnologías se halla la sociedad determinando su curso, la visión optimista entiende que la voluntad humana puede orientar las tecnologías a la construcción de una sociedad en la que se encuentren superadas muchas de las contradicciones sociales ‘presentes’. En pocas palabras, se podría decir que la superación del subdesarrollo es factible porque la I+D+i tecnológica podría ser orientado a dicho fin. De aquí que esta postura pueda relacionarse, también, con la perspectiva, dentro del determinismo tecnológico, que concibe que si las tecnologías son autónomas es porque se han abandonado los ámbitos para su control. Como se adelantó, se trata de un determinismo tecnológico relativo, al estilo del que propone Langdon Winner.

---

<sup>26</sup> En otro trabajo (Arocena y Sutz, 1999: 14), Sutz explicita su adscripción a esta postura, cuando piensa en el caso uruguayo: “Uruguay, con su economía pequeña y abierta y su desarrollo humano relativamente alto en términos periféricos, no puede basar su futuro en la cantidad ni en los bajos precios de lo que produce. Su lugar en el mundo y las condiciones de vida de su gente dependerán crecientemente de la calidad y la especificidad de su producción, y por ende de su capacidad de innovación”.

Ahora bien, quienes adscriben a la segunda postura en lugar de argumentar a favor de la autodeterminación local de la agenda de I+D+i tecnológica la *subordinan* a factores exógenos. Se sostiene que los grandes capitales, las empresas trasnacionales, los países más desarrollados o países centrales son quienes definen el curso de la I+D+i tecnológica de las naciones subdesarrolladas<sup>27</sup>.

A diferencia de la postura anterior, cambio tecnológico y cambio social se asocian, ahora, negativamente. Esta visión vincula dependencia tecnológica con dependencia política, económica y cultural. De forma que la definición de la agenda tecnológica es tan exógena como la definición de las otras esferas; por lo que la subsunción a lo exterior es total y la autonomía local en esencia inexistente. Esta es una visión que se asemeja a la sociedad unidimensional de Marcuse; para quién tecnología, política, cultura y economía conforman un “sistema omnipresente” que reduce al mínimo toda alternativa. Ahora, las tecnologías son funcionales a la consolidación de los lazos de dominación que vienen determinados desde fuera: dominación tecnológica es dominación política, económica y cultural. De aquí que las tecnologías, más que un medio generador de oportunidades, sean concebidas como instrumento que mantiene el *statu quo* de los países subdesarrollados.

Como hay una asociación negativa entre desarrollo tecnológico y cambio social, la I+D+i tecnológica orientada al mercado, crecimiento económico y competitividad es rechazada. En lugar de ser entendida como una estrategia beneficiosa para el conjunto de la sociedad, la I+D+i es conceptualizada como un factor que consolida la condición de subdesarrollo; fundamentalmente porque se entiende que las principales inversiones en este sentido son alentadas exógenamente con el objetivo de que las utilidades retornen al lugar de origen (las trasnacionales, los países centrales o países desarrollados). La I+D+i tecnológica se posiciona como una estrategia que responde a la división internacional de trabajo y capitales (reducción de costos o incremento de utilidades). La innovación generada en una nación subdesarrollada constituye un nodo de una red global de innovaciones tecnológicas, que puede ser caracterizada como un sistema de alta movilidad de factores (principalmente trabajo y capital). En otros términos, los países menos desarrollados participan parcialmente del proceso global de innovación o cooperación tecnológica –si es que corresponde el término– dirigido y organizado endógenamente<sup>28</sup>.

Por otro lado, se entiende que cuando las inversiones provienen del ámbito local las innovaciones muestran dos situaciones. O son de poca relevancia –fracasando, en el peor de los casos– en tanto presentan escasa competitividad en el mercado global; o son de relevancia y acaban absorbidas desde fuera –fundamentalmente porque los países subdesarrollados presentan fragilidad frente al sistema internacional de patentes; hecho que también se relaciona con la división internacional del trabajo y la lógica de dominación global–.

En suma, a fin de cuentas lo que importa resaltar es que desde esta perspectiva se concibe que la nación subdesarrollada nunca se beneficia de la I+D+i tecnológica originada endógenamente, como resultado de que estos procesos se inscriben en un contexto de ‘dependencia estructural’. Más específicamente, la I+D+i se desenvuelve funcionalmente al contexto estructuralmente exógeno, con lo cual se consolida la brecha desarrollo-subdesarrollo.

---

<sup>27</sup> En el pensamiento académico vinculado a Latinoamérica esta visión ha sido trabajada desde los años 1950 por los teóricos de la dependencia. El primero en desarrollar la denominada Teoría de la Dependencia fue Raúl Prebisch, otros intelectuales le siguieron a partir de los años 60, destacándose Theotonio Dos Santos, Andre Gunder Frank, Ruy Mauro Marini, Celso Furtado, Enzo Faletto y Fernando Cardoso. En términos en exceso simplificados, toda esta corriente se fundamenta en la original tesis prebischeriana de centro-periferia. En la actualidad una reformulación de esta teoría es el *moderno sistema-mundo* del estadounidense Immanuel Wallerstein.

<sup>28</sup> En este sentido Arocena y Sutz (1989) anotan que: “En particular, se “deslocaliza” la investigación en tecnologías esenciales pero que, habiéndose difundido, ya no son decisivas para la competitividad mientras que se concentra el trabajo en las que sí lo son: la distinción entre las llamadas tecnologías “de base” y tecnologías “llave” resulta así central en la suerte de la nueva división del trabajo de creación técnica que se está procesando” (Arocena y Sutz, 1989: 25).

A quienes adscriben a esta postura Sutz los denomina “alterglobalizados”:

[...] para los cuales los avances científicos y tecnológicos, con la notoria excepción del software libre, constituyen mecanismos que sirven fundamentalmente a poderosos intereses económicos, y muy poco hacen, más bien al contrario, por mejorar las condiciones de vida de las mayorías sobre todo en los países subdesarrollados” (Sutz, 2008: 40).

Para finalizar –al igual que para los determinismos– realizaremos una muy breve mención sobre la producción académica al respecto. Desde fines de la década de 1960 surge en América Latina un proyecto político sobre ciencia, tecnología y sociedad, conocido como Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS), que intenta dar respuesta a la situación de dependencia tecnológica al que, se considera, se encuentra sometido el continente; al tiempo que se critica la neutralidad de las tecnologías (Falleti, 2009: 12). Entre los principales pensadores de esta corriente se destacan Jorge Sábato, Oscar Varsavsky y Amilcar Herrera (Falleti, 2009: 12). A comienzos de la década de 1980, Jorge Sábato y Michael Mackenzie abordan la relación tecnología-subdesarrollo en su célebre libro *La producción de la tecnología. Autonomía o transnacional*. En el capítulo VII del libro (*La tecnología en los países subdesarrollados*) los autores expresan: “La dependencia tecnológica y el dualismo tecnológico han sido denunciados con vigor, pero no estudiados con profundidad, y se carece aún de una estrategia adecuada para resolverlos” (Sábato y Mackenzie, 1982: 235-236). Desde los precursores de este pensamiento, innumerables marcos analíticos han sido elaborados para comprender la situación de dependencia tecnológica en la región.

Concluyendo. En este apartado nos centramos en la discusión de dos grandes temas. Primero abordamos los determinismos antagónicos: el determinismo tecnológico y el determinismo social de las tecnologías. Vimos como cada una de estas visiones propone argumentos sobre la relación tecnología-sociedad y sobre los factores que inciden en el cambio tecnológico. En segundo lugar, tratamos la construcción de la agenda tecnológica en contexto de subdesarrollo. Nos preguntamos quién o qué define la agenda tecnológica en este ámbito. Para dar cuenta a la interrogante desde los discursos cotidianos recurrimos, también, a dos posturas dicotómicas, a las que hemos llamado posturas positiva y negativa frente a la construcción de la agenda en I+D+i tecnológica en subdesarrollo<sup>29</sup>.

Acudimos a una conceptualización dicotómicas a sabiendas de que incurrimos en reduccionismos, pero creyendo de que tal simplificación permite mayor entendimiento de los argumentos esgrimidos desde las distintas posturas. Ahora bien, consideramos que descripciones de este tipo no son suficientes para comprender los motivos que subyacen a esos argumentos. Entre otras cosas, la I+D+i es el resultado de un complejo juego de acciones y reacciones entre colectivos que responden a valores que les llevan a tomar distintas posturas frente a las tecnologías. Por eso nos interesa indagar los motivos que llevan a que las personas o grupos adscriban a distintas posturas. Para ello buscamos comprender el sentido que sujetos asignan a las tecnologías en un caso concreto: las nanotecnologías en Uruguay. Con tal fin desarrollamos conexiones causales que permiten comprender a las nanotecnologías por el sentido que le asignan los suje-

---

<sup>29</sup> No ha sido de nuestro interés establecer cuál de las posturas tiene primacía sobre la otra, ni por qué o cómo ello ocurre. Para abordajes de este tipo puede ser de mucha utilidad los análisis descriptivos del cambio tecnológico, ya sea que se lo realice desde el enfoque evolucionista, en el ámbito de la economía, o constructivista, en el área de la sociología (Luján y Moreno, 1996). Desde la sociología, los distintos programas de investigación que conforman la *Sociología constructivista de la tecnología* podrían aportar en esta dirección: EPOR (*Empirical Programme of Relativism*), SCOT (*Social Construction of Technology*) y SCOST (*Social Construction of Science and Technology*) –como producto de la fusión entre el EPOR y el SCOT–, entre otros (Luján y Moreno, 1996: 140). También debe tenerse presente los nuevos enfoques analíticos que son el resultado de una mayor aproximación entre los modelos evolucionista y constructivista.

tos. Esto implica suponer que las decisiones subjetivas y los valores sociales interactúan para hacer aceptable o no una determinada tecnología o para estimular o no la I+D+i nanotecnológica.

## 4.2 Impulso a la trascendencia, igualdad social y tecnologías

La necesidad de explicar la vida y la muerte, y de justificar la angustia que causan los imponderables terrenales y las contradicciones que se desatan en las relaciones sociales, son, quizás, los grandes temas que estimulan la búsqueda humana por la trascendencia. Con capacidad de pensar más allá de sí mismo el hombre se interroga y responde sobre su destino. En distintas épocas y culturas las sociedades han encontrado disímiles formatos de proyectarse en el espacio y en el tiempo<sup>30</sup>. Ya sea que se busque mediante la creación o la destrucción, trascender la vida conlleva la posibilidad de una realidad distinta a la vivenciada en el aquí y ahora. Como expresara Jean Baudrillard (2002: 3), quizás, en el fondo “todos anhelamos la inmortalidad. Es nuestra fundamental fantasía, una fantasía activa también en nuestras modernas ciencias y tecnologías”.

Con el ascenso de la modernidad, historia y razón se articularon para producir, desde distintas perspectivas, un nuevo proyecto, el moderno. La humanidad se concibió a sí misma inserta en una historia evolutiva y trascendente, asignándole al *saber* un lugar privilegiado en la medida que conectaba la acción con una modalidad teleología específica<sup>31</sup>. Como sostendría Max Weber, este período de caracterizaría, entre otras cosas, por un proceso de intelectualización (racionalización de la cultura) que conduciría a que las personas dejaran de concebir el orden social como producto de fuerzas divinas. Weber denominó a este proceso “desencantamiento del mundo”: la intelectualización y racionalización crecientes “significan que en lo esencial, no intervienen fuerzas misteriosas incalculables, sino que, en principio, podemos controlar todas las cosas mediante el cálculo” (Weber, 1972: 92 y 93). Paralelamente se produjo otro hecho de suma importancia, la secularización de las utopías (Mallo y Marrero, 1990: 34-35). De modo que bajo el abrigo del Iluminismo se desarrollarían disímiles proyectos político-ideológicos, sustrato de nuevos órdenes sociales, ahora, factibles de ser concebidos y contruidos por el propio hombre.

Sin embargo, desde las últimas décadas del siglo XX el debate sobre el fin de la modernidad se instaló en los intelectuales. Algunos llaman esta etapa “posmodernidad” (Lyotard) y otros “modernidad tardía” (Giddens). Para Norbert Lechiner, la sociedad posmoderna ya no se caracteriza por el desencanto del mundo –del que hablaba Weber–, sino por el “desencanto del desencanto” (Mallo y Marrero, 1990: 36). Con el ‘redescantamiento’ sucumben las viejas utopías que caracterizaban a la modernidad; por eso “ya no se propone romper definitivamente con el sistema, sino únicamente reformarlo” (Mallo y Marrero, 1990: 36)<sup>32</sup>.

En el mismo sentido, para Habermas (1988) si el proyecto moderno se caracterizó por la *energía utópica*, en los tiempos que corren esta energía ha entrado en crisis, agotándose. La confianza depositada en la técnica, la ciencia y la planificación, expresiones del dominio racional

---

<sup>30</sup> El impulso a trascender la vida no parece haber sido exclusivo del *Homo sapiens*, según estudios paleoantropológicos también lo poseía el *Homo neanderthalensis* (hombre de Neandertal), que se estima vivió desde hace aproximadamente 130.000 años hasta hace 40.000 años. Las prácticas de enterramiento del Neandertal son interpretadas como prueba de ello, según el famoso paleoantropólogo Richard Leakey, “la preocupación por el destino del alma humana (...) también fue tema de la sociedad neandertalesa” (citado por Alcázar, 1986: 108)

<sup>31</sup> Para esta discusión, resulta interesante el análisis que desarrolla Anthony Giddens (1993) en *Consecuencias de la modernidad*.

<sup>32</sup> Y agrega Lechiner: “La pérdida de fe en un futuro radicalmente nuevo, tiene como contrapartida una revalorización del presente y una permanente referencia al realismo como conformidad con ese presente, ya que lo realizable aparece fuertemente vinculado a lo real existente” (Lechiner, citado por Mallo y Marrero, 1990: 36).

sobre la sociedad y la naturaleza, se deterioró: “esperanza que ha quedado hecha añicos ante pruebas irrefutables” (Habermas, 1988: 16).

Desde un posicionamiento más radical, Baudrillard (2002: 42) expresará que “el objetivo ha dejado de ser la vida transformada, que es la utopía máxima, sino más bien la vida como supervivencia, lo que es una especie de utopía mínima”.

Luego de las consideraciones precedentes, y aceptando la tesis de que la sociedad contemporánea posee características distintas a la modernidad del siglo XIX y parte del XX, debemos decir que, desde nuestro punto de vista, el impulso humano por trascender tiempo y espacio nunca se ha desvanecido. Ya sea que se piense en la ruptura radical del orden social presente o, únicamente, en la transformación de aquellos elementos ‘deficientes’ del orden social actual, lo cierto es que en ambos casos subyace un *impulso a la trascendencia* que se expresa como el perfeccionamiento mundano de las relaciones sociales. En su interrelación, los hombres elaboran y adscriben a representaciones sobre la forma futura de organizar socialmente su vida (orden social) y el corpus normativo que lo ha de hacer posible, es decir, se imaginan y prescriben –colectivamente– cómo han de ser las relaciones sociales<sup>33</sup>.

Siguiendo este planteamiento, entendemos por *perfeccionamiento del orden social la forma en que los sujetos se representan la organización futura de sus relaciones, en una comunidad determinada, para que la vida se pueda desarrollar de acuerdo a ciertos principios fundamentales que refieren a cuál ha de ser la manera de convivencia más armónica*. Así, la construcción de un nuevo orden social se constituye en expectativa última de la acción de los sujetos, en meta-fin, y, por ello, en meta-valor. Ahora bien, para nosotros, ese meta-fin no responde a una determinación ontológica, sino a una determinación analítica; es un supuesto que nos ayuda comprender hacia dónde se orienta la acción<sup>34</sup>.

De acuerdo a Baudrillard (2001: 53-57) los niveles de producción material actuales son la expresión directa de la temporalidad ilimitada, de la ‘imprecisión’ del fin, de la historia sin finalidad, y, con ello, de la muerte del sentido. Al respecto escribe:

Quando alguna cosa llega al fin, es porque ella verdaderamente se dio; mientras que, si no hay más fin, se entra en la historia interminable, en la crisis interminable, en series de procesos interminables. Nosotros los conocemos, ellos ya están ahí: basta ver el desarrollo interminable, desmedido, de la producción material (Baudrillard, 2001: 54).

Ahora, decir que el futuro se dilata al infinito no es lo mismo que sostener que el impulso a trascender se desvanece. Nos parece que, a lo sumo, la trascendencia se desdibuja, se torna imprecisa en su forma, pero no por ello desaparece como *impulso*. Entonces, nos preguntamos: ¿Es posible proyectar la vida social hacia lo indefinido e impreciso? ¿Cuál es la alternativa al orden social presente bajo este contexto? A nuestro entender, si el impulso por trascender tiempo y espacio sigue siendo una cuestión central en la vida de los hombres es porque se ha encontrado una forma de proyección que tiene a la indeterminación como elemento central. Hay imposibilidad para especificar el carácter concreto que ha de tomar el orden futuro. Por eso, dicho orden sólo puede ser reducido a categorías abstractas, como libertad, igualdad, o justicia. ¿Cuál es la forma concreta de una sociedad que responde a estos principios? Quizás, esta sea la con-

---

<sup>33</sup> En el mismo sentido que Weber (2005: 21), entendemos por relación social “una conducta plural –de varios– que, por el sentido que encierra, se presenta como recíprocamente referida, orientándose por esa reciprocidad. La relación social *consiste*, pues, plena y exclusivamente, en la probabilidad de que actuará socialmente en una forma (con sentido) indicadle [...]”.

<sup>34</sup> En todo caso, correspondería a la antropología filosófica dilucidar el lugar ontológico de lo que hemos asignado como meta-fin de la acción.

secuencia más notable del redesencantamiento del que habla Lechiner, la dificultad para atribuir contenido a viejos principios que aún perduran en el imaginario colectivo como universales<sup>35</sup>.

Desde el siglo XVIII, suturado a los ideales del pensamiento político y filosófico de la Ilustración, la *igualdad social* se ha ido constituyendo en un principio en el que gran parte de la humanidad se ha reconocido y proyectado. En el transcurso de la modernidad este principio fue asumiendo disímiles formatos que se confrontaron, negaron y sintetizaron. Sin embargo, los continuos fracasos para materializarlo llevaron a que en el siglo XX se ‘deslegitimara’ su contenido (vaciamiento de contenido). En la actualidad no ha desaparecido como tal, sino que se transformado en un envase sin sustancia: ahora, la igualdad social se experimenta en un tiempo sin temporalidad y en principios doctrinales *fantasmas*. Pero aún cuando se manifiesta en categorías abstractas se mantiene como una meta futura.

En cierto sentido, el principio de igualdad es por doquier y siempre una proyección hacia el futuro y –podría decirse, a despecho del pasado– un movimiento mediante el cual la sociedad procura liberar, aunque sea parcialmente, a los individuos de su historia, para permitirles afrontar mejor su porvenir abriéndoles un abanico de opciones que ciertas circunstancias de su pasado restringieron en demasía. La idea de igualdad social pone en acción un combate contra el determinismo, explicación lineal del futuro por el pasado (Fitoussi y Rosanvallon, 1997: 108).

En efecto, como agregan los autores de la cita, “la igualdad no es un estado sino un proyecto, un principio de organización que estructura el devenir de una sociedad” (Fitoussi y Rosanvallon 1997: 106). Desde este punto de vista, para nosotros *hay desigualdad social siempre que algunos, o todos, los miembros de una comunidad concreta ‘entienden’ que existen personas o grupos de personas que participan injusta o inmerecidamente de un bien –ya sea material o simbólico–*. Por lo que la igualdad social es aquel principio que orienta a los miembros del colectivo a resolver la participación injusta o inmerecida entre personas o grupos.

En este contexto, ¿cuál es el lugar que ocupan las tecnologías en la búsqueda por trascender el orden social presente y por construir un mundo con igualdad social? Creemos que toda nueva tecnología siempre ‘revitaliza’ o ‘aplaca’ el inmanente impulso por la trascendencia. Al respecto Jeffrey Alexander (2000: 186) anota:

Valiosísimas invenciones como la máquina de vapor, el telégrafo y el teléfono fueron proclamadas por las élites y las masas como vehículos de trascendencia secular. Su celeridad y poder, que se proclamaron por doquier, socavarían los límites mundanos del tiempo, el espacio y la escasez. [Pero] en este discurso tecnológico la máquina no ha sido sólo Dios sino también el diablo. A principios del siglo XIX, Ludwites criticó a las máquinas de hilar como si fueran los ídolos que condenaron los padres hebreos. William Blake denunció a las “tenebrosas hilanderías satánicas”.

De esta manera “la máquina siempre ha simbolizado, además de la esperanza trascendental, el temor y el repudio desencadenados por la sociedad industrial” (Alexander, 2000: 193)<sup>36</sup>. Para Carl Sover, “como fuente de gran dominio de la Naturaleza, la tecnología científica moderna

<sup>35</sup> Uno de los grandes críticos de estas universalidades es Slavoj Zizek. Para él, tales universalidades son la manifestación de la ideología dominante. Así, por ejemplo, las ideas de libertad, igualdad o justicia formarían parte de una ideología que se presenta como utopía, y que mantiene vivo al ‘capitalismo multinacional’. Al dársele el carácter de universal a esas categorías todos los hombres se reconocen en ellas, convirtiéndose en principios prescriptivos para su acción. Sin embargo, esa universalidad no hace más que mantener en pleno funcionamiento las formas existentes de explotación. De forma que la ideología dominante incorpora “una serie de rasgos en los cuales la mayoría explotada pueda reconocer sus auténticos anhelos” (Zizek, 1998: 139-140).

<sup>36</sup> Sin embargo, esta ambivalencia es propia de la modernidad, pues no siempre ha sido así: Hasta final de la Edad Media, bajo el influjo judeo-cristiano-islámico, las tecnologías se erigen en un contexto de escepticismo, pues “la voluntad de tecnología implica una tendencia a alejarse de Dios o de los dioses” (Galcerán y Domínguez, 1997:27-30). Paradójicamente, la actitud optimista frente a las tecnologías que toma fuerza en el período ‘ilustrado’ convive con la visión negativa: sin embargo ambas posturas ahora serían justificadas secularmente.

promete ser, al mismo tiempo, la esperanza del futuro del hombre y el instrumento de su esclavitud o de su destrucción” (Sover, citado por Warner, 1965: 1). Esta misma ambivalencia es la que se observa en el pensamiento marxiano. Así, en el *Manifiesto del partido comunista* Marx y Engels (1955: 25) comienzan admirando el desarrollo científico-tecnológico de la sociedad burguesa:

El sometimiento de las fuerzas de la naturaleza, el empleo de las máquinas, la aplicación de la química a la industria y la agricultura, la navegación de vapor, el ferrocarril, el telégrafo eléctrico, la adaptación para el cultivo de continentes enteros, la apertura de los ríos a la navegación, poblaciones enteras surgiendo por encanto, como si salieran de la tierra. ¿Cuál de los siglos pasados pudo sospechar siquiera que semejantes fuerzas productivas dormitasen en el seno del trabajo social?

De pronto, un punto de inflexión, el aspecto negativo de la modernidad se hace presente:

Las relaciones burguesas de producción y de cambio, las relaciones burguesas de propiedad, toda esta sociedad burguesa moderna, que ha hecho surgir tan potentes medios de producción y de cambio, se asemeja al mago que ya no es capaz de dominar las potencias infernales que ha desencadenado con sus conjuros (Marx y Engels, 1955: 26).

Desde otra perspectiva Baudrillard (2002: 70) afirma:

Somos víctimas de una ausencia de destino, de una carencia de ilusión, y consecuentemente de un exceso de realidad, seguridad y eficacia. Lo que pende sobre nosotros es el exceso de protección y de positividad, la “salvación” incondicional realizada por nuestras tecnologías.

En fin, afirmar que hoy vivimos en un mundo redesencantado, y que el futuro se ha dilatado al infinito –tornándose impreciso e indeterminado– no autoriza a decir que ha desaparecido el impulso a trascender el orden social presente. Ese impulso sigue siendo un tema central en la vida de los hombres, pero, ahora, se proyecta en categorías abstractas, en envases vacíos, en logotipos<sup>37</sup>.

Al motivo atribuido a las nanotecnologías subyace el mismo sentido que ha impulsado o frenado a los desarrollos tecnológicos precedentes, la trascendencia en un nuevo orden social. Aun cuando lo que se persigue es un orden indefinido, las nanotecnologías no dejan de ser un medio o un obstáculo para su logro. La imposibilidad para definir el destino no ha anulado el impulso por trascender la vida humana, y, con ello, el papel que tiene cada nueva tecnología. Como en los desarrollos tecnológicos precedentes, los sujetos elaboran un discurso dicotómico en torno a las nanotecnologías: o se las posiciona como medio que socavará “los límites mundanos de tiempo y escasez” o como objeto de sufrimiento y condena, asociado a lo terrorífico, sombrío y apocalíptico, a lo profano.

### 4.3 Autonomía de la cultura y código binario

El lingüista suizo Ferdinand de Saussure propuso que el lenguaje humano se trata de un conjunto de reglas gramaticales y de significación que subyacen a las propias palabras. Todo código lingüístico –o regla– se elabora sobre la combinación de unidades menores denominadas signos, compuestos por un significado y un significante. El significado de la palabra radica en la estructura del lenguaje y no en el objeto del que da cuenta la palabra; esta es intrínseca al lenguaje y no al objeto referido.

---

<sup>37</sup> Según Richard Sandhusen (2002: 423), “el logo de la marca es la parte de la marca que puede reconocerse, pero no se presencia”. Nosotros usamos esta definición de logo o logotipo como una analogía para graficar la idea de que la trascendencia se proyecta en categorías abstractas que pueden *reconocerse*, pero cuyo contenido *no se presencia*, está ausente, o, mejor dicho, es inexistente.

Con anterioridad, Roman Jakobson expresaba que la estructura binaria propia del pensamiento humano es la “materia prima” del código lingüístico: “El pensamiento humano es el que, consciente o inconscientemente, introduce en esta materia prima fónica las oposiciones binarias para su uso fonémico” (Jakobson; citado por Abad, 1995: 151). Bajo el influjo de Jakobson, para Saussure el significado surge por la diferenciación entre conceptos vinculados.

Influido por la lingüística estructural de Jakobson y Saussure, Lévi-Strauss propuso un esquema conceptual en el que los hombres organizan su mundo según codificaciones binarias, latentes, de oposición y distinción. Esta ‘regla’ o estructura es universal, sin embargo, el ‘contenido’, las distintas formas en que se expresa la regla, son propias de cada colectividad o sociedad concreta<sup>38</sup>. Los hombres organizan la sociedad a partir de que la piensan sobre la base de la diferencia, es decir, de la estructura. El código binario es un código de clasificación que permite elaborar la identidad en oposición a la otredad<sup>39</sup>. Además, para Lévi-Strauss, el pensamiento es analógico; significa que los hombres piensan sus relaciones proyectando –y aquí la analogía– la estructura binaria en objetos concretos del medio natural y social<sup>40</sup>. Al igual que en el lenguaje de Saussure, los medios, los objetos en que se expresa la estructura, son arbitrarios y no absolutos. El estructuralismo de Lévi-Strauss nos dice que a la diversidad que poseen las relaciones sociales subyace una estructura propia del pensamiento humano, un código binario de clasificación. En palabras de Luis Abad:

Es la estructura universal del pensamiento humano la que, utilizando diferentes medios (entre otros el totemismo), “piensa” la organización social. El totemismo es sólo un medio de pensar las relaciones sociales y si se ajusta a la lógica de oposiciones binarias no es más que porque el pensamiento mismo de los hombres, cualquiera que sea el ámbito en que se manifieste, se rige por ella (Abad, 1995: 157-158)<sup>41</sup>.

Ahora bien, haciendo genealogía es posible rastrear indicios de dualismo en la religión de la Antigua Persia. El mazdeísmo de Zoroastro –o, lo que es lo mismo, Zaratustra– ya representaba una espiritualidad que oponía la división entre el bien y el mal. Ahura Mazda era el creador y principio del bien, y Anra Mainyu la fuente de todos los males. Pero para algunos investigadores es en el mazdeísmo posterior a Zoroastro donde el dualismo se consolida. Esta concepción produjo un influjo determinante en las religiones judeocristianas; influencia que llegaría hasta nuestros días.

Desde el ámbito de la sociología, en *Las Formas elementales de la vida religiosa* Émile Durkheim hizo referencia a la existencia de cierta universalidad propia del pensamiento humano. Para él, todos los hombres clasifican el mundo en dos categorías opuestas: *profano* y *sagrado*. Durkheim encuentra el origen de esa clasificación en el pensamiento religioso:

Todas las creencias religiosas conocidas, ya sean simples o complejas, presentan un mismo carácter común: suponen una clasificación de las cosas reales o ideales, que se representan los hombres, en dos clases, en dos géneros opuestos, designados generalmente por dos términos distintos que traducen bastante bien las palabras *profano* y *sagrado* (Durkheim, 1968: 41).

Como expresa Alexander, “en su “sociología religiosa” Durkheim exploró la manera en que

<sup>38</sup> Lévi-Strauss entiende por estructura al conjunto de reglas que permiten definir las relaciones sociales.

<sup>39</sup> La idea de otredad, en el sentido indicado aquí, también podría ser pensada en el marco de la teoría sistémica de Niklas Luhmann. De manera que la oposición binaria sería comprendida bajo la luz del concepto luhmanniano de *autopoiesis*. Esto significaría entender la estructura como dos sistemas que construyen por sí mismos sus propias identidades y diferencias con el entorno.

<sup>40</sup> Lévi-Strauss centra este tipo de pensamiento en lo que denomina “pensamiento salvaje”, no porque sea exclusivo de las sociedades llamadas muchas veces ‘primitivas’, sino porque le permite reconstruir la universalidad de la estructura.

<sup>41</sup> Con esto, Lévi-Strauss se propone superar la dicotomía naturaleza-cultura que ha caracterizado al pensamiento antropológico por mucho tiempo.

los seres humanos perseveran en la división entre un mundo sagrado y otro profano, manteniendo que, incluso, los hombres y las mujeres modernos necesitan experiencias espirituales de tipo místico (Alexander, 2000: 17)<sup>42</sup>.

Pero, ¿a qué se refiere Durkheim con los términos sagrado y profano?: La respuesta la da el propio pensador en su análisis sobre la religión:

Las cosas sagradas son aquéllas que las interdicciones protegen y aíslan; las cosas profanas, aquéllas a las cuales se aplican esas interdicciones y que deben mantenerse a distancia de las primeras (Durkheim, 1968: 42)<sup>43</sup>.

Lo sagrado y lo profano expresan dos mundos “heterogéneos” e “incompatibles”: “No existe en la historia del pensamiento humano otro ejemplo de dos categorías de cosas tan profundamente diferenciadas, tan radicalmente opuestas una a la otra” (Durkheim, 1968: 44).

Nótese la similitud de la propuesta de Durkheim y de Lévi-Strauss en cuanto al carácter universal que posee la forma de organización dicotómica mencionada: “Pero si las formas de contraste son variables, el hecho mismo del contraste es universal” (Durkheim, 1968: 42)<sup>44</sup>.

Porque la noción de lo sagrado está en el pensamiento de los hombres, siempre y en todas partes separada de la noción de lo profano, porque concebimos entre ellas una especie de vacío lógico, el espíritu rechaza invenciblemente que las cosas correspondientes sean confundidas o simplemente puestas en contacto; pues tal promiscuidad o hasta una contigüidad demasiado directa contradicen violentamente el estado de disociación en que se encuentran esas ideas en las conciencias (Durkheim, 1968: 43).

Estas nociones que hemos desarrollado son tomadas por Jeffrey Alexander (2000) para, en *Sociología cultural. Formas de clasificación en las sociedades complejas*, exponer y proponer la necesidad de elaborar un programa sociológico que tenga en cuenta el hecho de que “los seres humanos continúan experimentando la necesidad de investir al mundo de significado metafísico y continúan vivenciando la solidaridad con los objetivos exteriores a ellos” (Alexander, 2000: 182)<sup>45</sup>. Para el teórico estadounidense, “en sus teorías de las culturas premodernas, los sociólogos clásicos construyeron vigorosos modelos que pretendían explicar el modo en que se desplegaba esta construcción social de códigos semióticos. Realizaron esta labor a partir de sus teorías de la religión” (Alexander, 2000: 174). No obstante, Alexander considera que es posible mejorar estos marcos analíticos para explicar los fenómenos seculares contemporáneos.

Con los aportes de los dos clásicos de la sociología, e incorporando las principales ideas de Saussure y Lévi-Strauss, Alexander obtiene el insumo categorial central para fundar una sociología cultural que permita dar cuenta de los procesos sociales actuales<sup>46</sup>. Así, del abordaje típico

---

<sup>42</sup> Para Alexander (2000: 185), esto “puede hacerse más enriquecedor si llevamos a la práctica la modificación que Caillois introdujo en la teoría de Durkheim, modificación que afirmaba que, junto a lo sagrado y lo profano, habría un tercer elemento, la *rutina*”. Este momento expresa la superación de la oposición binaria sagrado/profano. De toda manera, nuestro trabajo no incorpora la idea de rutina, fundamentalmente, porque las nanotecnologías son un objeto de, relativamente, reciente aparición, por lo tanto ‘suponemos’ que el estadio de rutinización del que habla Caillois aún no se ha alcanzado. Bajo este esquema conceptual, puede decirse que llegará el día en el que, al igual que ocurrió con otros desarrollos tecnológicos, las nanotecnologías dejarán de ser representadas dicotómicamente; ahí podremos decir que se han vuelto rutina, que se han rutinizado, y que, por lo tanto, se ha dejado de expresar como oposición binaria.

<sup>43</sup> “Pero por cosas sagradas no hay que entender simplemente esos seres personales que se llaman dioses o espíritus; una piedra, un árbol, una fuente, un guijarro, un trozo de madera, una casa, en una palabra, cualquier cosa puede ser sagrada” (Durkheim, 1968: 41).

<sup>44</sup> Como puede verse, Émile Durkheim fue uno de los clásicos de la sociología que más influyó en el pensamiento de Lévi-Strauss.

<sup>45</sup> Desde esta perspectiva, a diferencia de lo que auspiciara Weber, la racionalización del mundo no ha ‘desencantado’ la vida de los hombres.

<sup>46</sup> Los autores mencionados no agotan la síntesis hecha por Alexander, sin embargo, para nuestro trabajo sólo hemos seleccionado aquellos que consideramos más pertinentes.

ideal sobre las religiones de Weber utiliza la idea de 'salvación' (*heil*). Para Weber (1978: 63), las religiones de salvación son aquellas que "ofrecen a sus miembros una liberación del sufrimiento"; pero, a diferencia de éste, Alexander considera que las religiones de salvación seculares "suministran una huida, no sólo de los sufrimientos terrenales, en general, sino más bien específicamente del mal" (Alexander, 2000: 185). Incluso en las sociedades contemporáneas, la búsqueda de la salvación organiza la experiencia mundana.

Con este insumo categorial Alexander puede reconceptualizar las ideas de sagrado y profano desarrolladas por Durkheim en su obra tardía. Entonces, lo sagrado es aquello que "confiere una imagen del bien con la que los actores persiguen solidificar los lazos comunitarios y se afanan en obtener protección", y lo profano, aquello que "define una imagen del mal a partir de la cual los seres humanos deben granjearse la salvación" (Alexander, 2000: 185).

Bajo la influencia de la propuesta sistémica de Talcott Parsons, Alexander articula las ideas de Durkheim y Weber, de Saussure y Lévi-Strauss; de forma que las sociedades contemporáneas pueden ser estudiadas en relación a una estructura organizada en torno a un código binario. A pesar de lo ecléctico que resulta el insumo categorial utilizado por Alexander, no deja duda de quién recibe la mayor influencia: "Si la ciencia social hoy debe desarrollar una teoría cultural ésta debe erigirse sobre la sociología "religiosa" de Durkheim" (Alexander, 2000:250). En efecto, el "programa fuerte" que Alexander propone para la sociología es el producto de la síntesis de un conjunto de autores diversos, pero fundamentalmente es un revival del Durkheim tardío, el de *Las formas elementales de la vida religiosa*.

Partiendo de la idea de que en la sociedad contemporánea se mantiene viva la preocupación por lo sagrado y lo profano, la sociología cultural de Alexander viabiliza el estudio del discurso sobre las modernas tecnologías (Alexander, 2000: 131)<sup>47</sup>:

En términos comparativos, sabemos relativamente poco sobre el papel que la cultura y la agencia desempeñan en los discursos científicos y populares socialmente estructurados sobre ciencia y tecnología. Explorar esta área olvidada es vital ya que a través de ella los seres humanos que actúan con arreglo a las estructuras culturales son quienes definen las tecnologías apropiadas e inapropiadas, los usos legítimos e ilegítimos de la ciencia y los riesgos implicados en la experimentación y aplicación de la tecnología a la sociedad. La acción simbólica determina, por tanto, las posibilidades de los desafiantes usos dominantes de la tecnología en sus sucesivos avances. (Alexander, 2000: 2).

De esta forma, analíticamente, se torna factible remitir la evaluación –positiva o negativa– que los sujetos han hecho, y hacen, sobre las tecnologías a una estructura cultural dicotómica. Con ello, se da centralidad al aspecto irracional de la acción humana<sup>48</sup>:

Considerada en referencia al sistema social, la tecnología es una entidad que puede tocarse, observarse, interactuar con ella y catalogarse de una forma objetivamente racional. Analíticamente, sin embargo, la tecnología también es parte del sistema cultural. Es un signo, es decir, un significante y un significado,

<sup>47</sup> La idea de que en las sociedades contemporáneas se mantiene viva la preocupación por lo sagrado y lo profano no es novedosa; por ejemplo, Talcott Parsons y Pitirim Sorokin ya lo habían manifestado con antelación.

<sup>48</sup> Sobre este tema, el autor agrega: "La versión más dura del marxismo y la teoría crítica describe una sociedad obsesionada por la tecnología cuya conciencia se ha estrechado tanto que las inquietudes axiológicas de la vida tradicional no son posible mantener por más tiempo. Las poco convincentes versiones del funcionalismo y la teoría postindustrial describen a la tecnología como una variable que tiene status estrictamente material y a las orientaciones hacia la tecnología como cognitivamente racionales y rutinarias. Desde mi punto de vista, sin embargo, ninguna de estas posiciones es correcta. Las ideas que animan a la sociedad moderna no son almacenes cognitivos de hechos verificados; son símbolos que continúan siendo conformados por profundos impulsos irracionales y modelados por imperativos cargados de significado" (Alexander, 2000: 182-183). En la propia Introducción del trabajo mencionado de Alexander, Isidoro Cisneros (Alexander, 2000: VXIII) anota: "Para Alexander los individuos actúan con referencia a estructuras culturales que definen los usos apropiados o inapropiados, legítimos e ilegítimos, de la tecnología y de la ciencia, frente a los cuales la acción simbólica permite definir las posibilidades para transformar los usos dominantes de la tecnología.

en relación al cual los actores no pueden separar enteramente sus estados subjetivos de la mente (Alexander, 2000: 176).

Por eso –continúa diciendo más adelante–:

Debemos aprender a ver la tecnología como un discurso, como un sistema de signos que está sujeto a imperativos semióticos y abierto a demandas sociales y psicológicas. El primer paso hacia esta concepción alternativa de la tecnología moderna es conceptualizar su introducción de tal modo que quede abierta a términos metafísicos (Alexander, 2000: 183).

Teniendo como punto de partida la propuesta de Alexander hemos decidido elaborar un modelo *sui generis* que nos permita abordar, de forma sencilla, las nanotecnologías. En los apartados que siguen nos abocaremos a desarrollar este punto.

#### 4.4 Nivel discursivo en el sistema de acción social

Hasta aquí hemos examinado algunos temas que consideramos insumos centrales para construir nuestro objeto de estudio. En primer lugar, analizamos la relación entre impulso a la trascendencia, orden social y tecnologías. Luego vimos cómo desde distintos ámbitos disciplinares se ha venido utilizado la *estructura binaria* como recurso teórico-conceptual. Finalizamos el apartado anterior describiendo algunos insumos que Alexander reconstruye y sintetiza para elaborar su “programa fuerte” o sociología cultural: las ideas de *código binario* y *autonomía de la cultura*. De esta manera, la síntesis de Alexander es el punto de partida para el diseño de un modelo propio que nos permita pensar de forma simplificada en el nivel discursivo de la acción. Únicamente extrajimos aquellas ideas que consideramos relevantes para nuestra propuesta, por lo tanto, debe quedar claro que lejos estamos de agotar la complejidad que ella encierra<sup>49</sup>.

La autonomía que se otorga a la cultura en el sistema social, así como su rol mediador y dicotomizante del universo simbólico, es el aporte más atractivo para nuestro trabajo<sup>50</sup>. Explícitamente, hemos omitido la discusión que se ha entablado en torno a la autonomía del ámbito cultural en los esquemas conceptuales de distintos teóricos de la sociología. Simplemente, resumiremos nuestra postura al adscribir a las palabras de Gaytán (2001: 579-580), para quien “la sociología no puede adjetivar lo cultural, la sociedad en su conjunto está mediada por lo cultural. Por lo tanto, todo subsistema sociológico debe tener una dimensión cultural y no confiarla a una subespecialidad<sup>51</sup>”.

Ahora bien, queremos comprender un fenómeno social concreto a partir de un esquema analítico que *supone* la interrelación entre *representaciones colectivas*, *cultura* y *sentido subjetivo* –o *sentido que el sujeto enlaza a la acción*–; para, de esta manera, poder interpretar el discurso sobre las nanotecnologías de quienes lo producen y mantienen en el tiempo. De aquí que coincidamos con Alexander en la importancia de un *modelo* que resalte la centralidad e independencia del ámbito cultural en el análisis sociológico; así como, también, la utilidad de pensar la cultura como una estructura o código binario que condiciona el discurso.

Naturalmente, el *sistema social* de Parsons es referencia ineludible cuando se piensa en un esquema de este tipo. Siguiendo esta línea, lo que proponemos es que tanto las representacio-

---

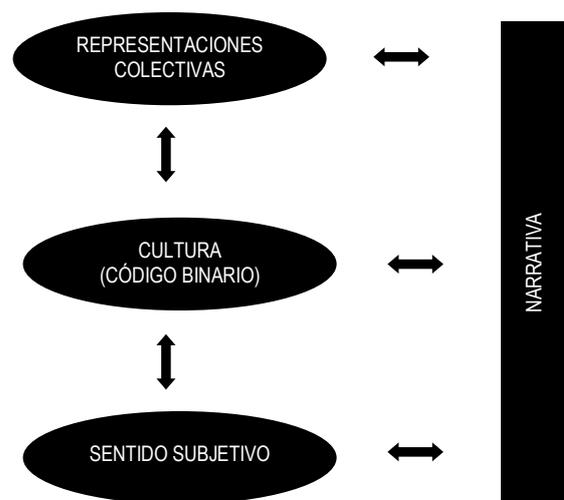
<sup>49</sup> La obra de Alejandro Monsiváis (2001) ha sido de permanente referencia, porque en ella se realiza una interesante discusión sobre los principales presupuestos del trabajo de Alexander.

<sup>50</sup> Téngase presente que Alexander define la cultura como “un emplazamiento organizado de parámetros simbólicos entendidos significativamente”. Párrafos más adelante el autor argumenta: “Debido a que no sólo actuamos en el mundo, sino que también lo experimentamos, el mundo es significativo (Alexander; 2000: 169).

<sup>51</sup> El propio Alexander escribe: “Todo subsistema especializado de la sociología debe tener una dimensión cultural; de lo contrario, los trabajos relativos a los ámbitos de la acción y a los ámbitos institucionales nunca se entenderán por completo” (Alexander, 2000: 21).

nes colectivas como el sentido subjetivo de la acción están articulados por la cultura. Representaciones, cultura y sentido subjetivo son tres subsistemas del *sistema de acción social*<sup>52</sup>.

La cultura cumple al mismo tiempo un rol articulador y estructurador de las representaciones colectivas y el sentido subjetivo (ver figura 1). Si bien cada subsistema es un ámbito independiente de análisis, es imposible concentrarse en uno de ellos sin remitir a los otros componentes del sistema; y más precisamente, sin referirse, en última instancia, al carácter prescriptivo de la cultura. Decimos que nuestro modelo es culturalmente determinista porque dentro del sistema general el cultural es el subsistema que alcanza el mayor nivel de autosuficiencia en relación a sus ambientes, al tiempo que necesariamente los condiciona.



**Figura 1:** El sistema de acción social en su nivel discursivo se compone por tres subsistemas (*representaciones colectivas* –conexión de intersubjetividades–, *cultura* –sistema de reglas a partir del cual las personas organizan sus relaciones sociales– y *sentido subjetivo* –sentido que el sujeto enlaza a su acción–) que son articulados por el lenguaje en tanto se expresa como *narrativa* –relatos que refieren a hechos conectados lógicamente y causalmente que se desarrollan en un tiempo y espacio concretos–.

¿No es la articulación entre las representaciones colectivas y el sentido subjetivo de la acción lo que propusieron Berger y Luckman (1979) en su célebre trabajo *La construcción social de la realidad*? Efectivamente, estos autores lograron sintetizar lo que por tiempo fueron dos postu-

<sup>52</sup> Como hemos dicho, nuestra idea de *sistema de acción social* toma como referencia, fundamental, la propuesta sistémica de Talcott Parsons, pero no es idéntica; el nuestro es un esquema mucho más sencillo. Antes que nada, debemos decir que un sistema debe entenderse, de manera muy simplificada, como un conjunto de conceptos (inter)relacionados, en el que cada uno necesariamente presentan subordinación lógica sobre el todo –o totalidad de los conceptos relacionados–. De forma tal que la comprensión de cada elemento sólo se logra si es referida a la totalidad (relaciones entre conceptos). El sistema ha de concebirse como el aspecto ‘necesario’ y estático del esquema conceptual, mientras que lo contingente (dinámico y variable) transcurre enmarcado en él. Entonces, desde esta perspectiva, el análisis de lo dinámico es facilitado por el análisis estructural. Ahora bien, en tanto se trate de una ciencia empírica, siempre debe ser posible referir los conceptos, y sus relaciones, a la realidad concreta. Bajo una propuesta de estas características, Parsons ‘representa’ –y reduce– la acción humana a un esquema conceptual lógico (sistema humano de acción), que tiene al actor y a la situación como componentes elementales. En lo que refiere a los marcos de referencia de la acción, propone que se actúa con arreglo a normas y motivos (orientación motivacional). El sistema humano de acción se compone de cuatro subsistemas primarios (social, personalidad, cultural y conductual); de manera que cuando el interés del análisis se centra en uno de los subsistemas, los otros constituyen ambientes para el subsistema estudiado. A su vez, el subsistema de interacción social (o sistema social), foco de interés de la sociología, se subdivide en cuatro subsistemas (integrativo, político, adaptativo y cultural); que responden a la misma lógica sistémica que el caso anterior.

ras teórico-metodológicas divorciadas en el análisis sociológico, es decir, la idea de Durkheim de considerar los *hechos sociales como cosas*, y la de Weber de centrar el estudio de la sociología en el sentido que las personas dan a su acción –*sentido subjetivo de la acción*–. El mérito de Berger y Luckman fue integrar en un mismo esquema ese doble carácter de la sociedad: elaboraron un modelo donde la sociedad se presenta a la vez como *realidad objetiva* y *realidad subjetiva*.

No obstante, es factible rastrear antecedentes de esta articulación en el trabajo de Georg Simmel (1968: 208), para quien en el medio del dualismo *alma subjetiva* y *espíritu objetivo* existe la idea de cultura: “La cultura surge –y esto es lo absolutamente esencial para su comprensión– en tanto que se reúnen los dos elementos, ninguno de los cuales la contiene por sí; el alma subjetiva y el producto espiritual objetivo”.

Asumimos el aporte de estos autores. Ahora bien, en nuestra propuesta esa dialéctica se presenta estructurada por una cultura definida como dicotómica. Objetividad y subjetividad se relacionan a través del carácter estructurador del subsistema cultural que se impone como código binario. De esto se desprende que el sistema de acción debe comprenderse como dos instancias analíticas diferenciadas, aunque complementarias. Cuando la prioridad del analista se centra en las representaciones colectivas, sentido subjetivo y cultura son determinantes suyos. Entonces, los sujetos producen y externalizan (Marx), en un proceso de interacción social (Weber), y conforme a la estructura dicotómica, las representaciones colectivas (Durkheim)<sup>53</sup>. Ahora, cuando el interés es en el ámbito subjetivo de la acción (este es nuestro caso) representaciones colectivas y cultura son determinantes para aquel subsistema. Como las representaciones, que responden a la estructura cultural, son referencia para el sentido que el sujeto enlaza a sus acción, este también queda organizado en base a la estructura dicotómica. Los hombres elaboran el sentido de su acción a partir de representaciones colectivas que refieren a un código binario. En palabras de Berger y Luckman (1979: 187) diremos que, “la realidad subjetiva debe guardar relación con una realidad objetiva socialmente definida”. El status objetivo que poseen las relaciones sociales es presupuesto lógico para el sentido subjetivo de la acción humana cuando el interés analítico se centra en este último.

De modo que ya sea que el interés se centre en el nivel subjetivo u objetivo de la acción la cultura siempre antecede lógicamente –y, también, en términos analíticos, empíricamente– a ambos. Con este modelo la predominancia lógica entre representaciones y subjetividad va a estar definida por el interés del analista –y no por satus ontológico–; pero, cualquiera sea el caso, la cultura siempre va a ser vinculante y estructurante.

Además de los tres subsistemas mencionados, el esquema se define por un cuarto elemento: la narrativa. En efecto, tal como queremos presentar aquí, en el nivel discursivo de la acción la narrativa posee un rol vehiculizador de los tres subsistemas. La conexión de los subsistemas se realiza a través del lenguaje en forma de narrativas, es decir, de relatos que refieren a hechos –conectados lógica y causalmente entre sí– que se desarrollan en un tiempo y espacio concretos. Pero, la narrativa se desarrolla también en relación al código binario puesto que es el vehículo que transporta la estructura cultural a las representaciones colectivas y al sentido subjetivo. Por eso, decimos que su papel es el de viabilizar la articulación entre representaciones, cultura y sentido subjetivo. En otros términos, es la narrativa la que objetiva y subjetiva el código binario.

Desde el ámbito discursivo la forma en que los sujetos refieren al desarrollo y consecuencias de las nanotecnologías tiene status cultural; no remite a su condición fáctico-material. Por eso creemos que decodificar los discursos, asociándolos a conceptos que responden a un código binario, es un procedimiento analítico que posibilita reconstruir el sentido que los sujetos

<sup>53</sup> De esta definición se desprende que los hombres son productores de las representaciones que hacen a una comunidad determinada. Por lo tanto, adscribimos a las palabras de Berger y Luckman (1979: 73) cuando sostienen que “el orden social es un producto humano, o, más exactamente, una producción humana constante, realizada por el hombre en el curso de continua externalización”.

asignan a la producción y empleo de las nanotecnologías. Bajo esta idea, sostendremos que cuando los sujetos refieren a las nanotecnologías lo hacen sobre la base de dos pares de conceptos opuestos. Más aun, diremos que el posicionamiento –antagónico– de los sujetos en torno a las nanotecnologías responde a la idea simmeliana de *tragedia de la cultura*. De manera que espíritu objetivo, espíritu convertido en objeto –para emplear términos del autor–, se independiza, se opone y obstruye las subjetividades que le dieron vida:

El espíritu produce innumerables figuras que continúan existiendo en una peculiar autonomía con independencia del alma que las ha creado, así como de cualquier otra alma que las acepta o rechaza. Así, el sujeto se ve frente al arte como frente al derecho, tanto frente a la religión como frente a la técnica, tanto frente a la ciencia como a las costumbres, no sólo tan pronto atraído, tan pronto expulsado por su contenido, ahora amalgamado con estas figuras como un trozo del Yo, tan pronto en lejanía e intangibilidad frente a ellas; sino que es la forma de la fijeza, del estar coagulado, de la existencia petrificada, con la que el espíritu, convertido de este modo en objeto, se opone a la vivacidad que fluye, a la autorresponsabilidad interna, a las tensiones cambiantes del alma subjetiva; y ello en tanto que espíritu ligado íntimamente al espíritu, pero justo por ello experimentando innumerables tragedias en esta profunda oposición de forma: entre la vida subjetiva que es incesante, pero temporalmente finita, y sus contenidos que, una vez creados, son inamovibles, pero válidos al margen del tiempo (Simmel, 1968: 204).

Ahora, diremos que las conceptualizaciones que los sujetos hacen sobre las nanotecnologías responden a un código cultural binario, que siguiendo la idea de tragedia de la cultura, se experimenta como una espiritualidad objetiva osificada. En otros términos, la objetividad a la que adscriben los sujetos se presenta con existencia propia, en lugar de como una objetividad producto de su propia voluntad.

En analogía a la lingüística saussuriana, el código cultural está definido por la articulación sistémica de unidades menores llamadas *signos*. Para Saussure, los signos están constituidos por un *significado*, un concepto o idea, y por un *significante*, por la palabra como soporte vocal o acústico o, lo que es lo mismo, como vehículo conductor del significado<sup>54</sup> En términos más generales, a decir de Pitrim Sorokin (1960: 78), “todas las acciones sensoriales externas, objetos materiales, fenómenos físicos, químicos y biológicos, procesos y fuerzas usados para la exteriorización, objetivación y socialización de las significaciones, son vehículos de la interacción dotada de sentido”.

Para Saussure, la relación entre significado y significante es arbitraria, no existe un vínculo ‘natural’ entre ellos; de aquí que distintos significantes pueden expresar un mismo concepto, un mismo significado<sup>55</sup>. Ahora bien, partimos de la idea de que todo el discurso sobre las nanotecnologías está meta-significado en un par de conceptos opuestos, polares. Entonces, de esto se desprende que si bien hay arbitrariedad en la relación que el significante tiene con el significado, en tanto todo está meta-significado, no hay arbitrariedad del signo en sí mismo (Baudrillard). De esta forma, la arbitrariedad entre significado y significante es ‘relativizada’: en última instancia, el significante siempre remite al mismo par de significados, a los mismos conceptos opuestos. Aunque son creados y utilizados diversos significantes, todos están siempre referidos a conceptos que se organizan de forma dicotómica. En pocas palabras, todos los significados, todos los significantes, y, con ello, todos los signos que componen el código –en base al cual se elabora el discurso sobre nanotecnologías– pueden reducirse a un par de categorías polares.

Las conceptualizaciones que los sujetos hacen sobre las nanotecnologías –y que se expresan a través de su discurso– están sometidas a la determinación del signo. Las leyes por las que

<sup>54</sup> Para Saussure el significante no es material en el sentido físico sino en el sentido psíquico (“imagen sensorial”). Ambos, significado y significante, son psíquicos: “El signo lingüístico no une una cosa y un nombre, sino un concepto y una imagen acústica” (Saussure, 1991: 102).

<sup>55</sup> Sobre la base de la misma idea teórica de Saussure, se puede decir que otra de las cosas que caracterizaría a las nanotecnologías en tanto signo es que son una convención que adquiere cierto grado de inmutabilidad; implica que mediante un proceso histórico de construcción social la relación significado/significante se va osificando.

se les atribuye sentido son las del signo. Como la estructura cultural conlleva a que el significado esté definido como oposición binaria también lo están los signos en sí mismos, las conceptualizaciones, las representaciones y, consecuentemente, el sentido subjetivo que los sujetos atribuyen a las nanotecnologías. Para ser más exactos, analíticamente, el posicionamiento subjetivo se produce a partir de que se vincula un principio orientador de la conducta, o fin de la acción, y una representación colectiva –que se corresponde con dicho fin– a la que adscribe el sujeto. En tanto las representaciones se encuentran organizadas de acuerdo a la estructura binaria, el medio para alcanzar el fin y las consecuencias de la acción también lo están.

Por eso decimos, parafraseando a Parsons –pero sin referirnos a su teoría–, que en nuestro modelo “la acción social es una serie de procesos *orientados*. [Por lo que] el concepto de orientación es inherentemente un concepto direccional (Parsons, 1994: 459)<sup>56</sup>.

Si bien es cierto que la instancia subjetiva responde a la instancia colectiva –dicotómica, tal como la estructura cultural lo impone–, en nuestro esquema conceptual los sujetos no son seres por entero constreñidos a la hora de elaborar el sentido subjetivo de la acción: en el nivel discursivo ellos siempre poseen libertad para producir nuevos significantes, aun cuando en última instancia estos remiten a la estructura.

---

<sup>56</sup> Somos conscientes que es imposible tratar cualquier concepto de Parsons sin referirlo a los sistemas y subsistemas de su teoría; trabajo que por cierto es harto complejo. Debe tomarse la cita como “analogía” de lo que queremos decir para nuestro modelo, pero por completo descontextualizada del esquema interpretativo de aquél.

## 5. Marco metodológico

### 5.1 Metodología cualitativa

Bajo la consideración de que este trabajo persigue interpretar el sentido que los sujetos le asignan a las nanotecnologías a su producción y empleo, consideramos como más adecuado adscribir a un principio epistemológico kantiano. Como advierte Valles (1997: 23), Kant propone una “ruptura con el objetivismo cartesiano y una apuesta por un modelo de racionalidad humana (conocimiento), en el que adquieren relevancia la interpretación y la comprensión (en tanto procesos mentales que organizan las impresiones que registran los sentidos)”.

Lo que interesa comprender son aquellas *fuerzas* (motivos) que causan que los sujetos asignen un determinado lugar a las nanotecnologías y no otro. A fin de cuentas, al asumir una metodología cualitativa lo que se propone es una postura de cómo enfrentarnos al mundo empírico. Los sujetos no posicionan simplemente a las nanotecnologías con arreglo a sus propiedades fáctico-materiales, también lo hacen en relación a fines y representaciones colectivas que trascienden a las propias tecnologías como entidad material.

Desde esta mirada, nuestra propuesta asume una actitud contestataria ante aquellas posturas metodológicas que restan importancia a los procesos interpretativos: lo que rechazamos de plano es el status hegemónico que han adquirido algunas formas de abordar la realidad social, y, junto a ello, la limitación que se le ha ido imprimiendo a la sociología a la hora de construir sus objetos de estudio.

### 5.2 Método comprensivo o interpretativo

En el mismo sentido que Weber, *comprender* (*verstehen*) es conocer, racionalmente, el motivo de la acción de los sujetos, es decir, el marco significativo que orienta esa acción<sup>57</sup>. Bajo el entendido de que toda acción es medio para un fin, interesa conocer, comprender, cuáles son las causas que la motivan. Pero sociológicamente no sólo interesa conocer los fines de la acción, sino, también, aquellos factores que influyen para que ella se oriente a esos fines y, como correlato, tenga una consecuencia determinada. Por eso, decimos que nuestro interés es la comprensión de la acción o, lo que es más preciso, la comprensión del sentido de la acción: “lo que la sociología comprensiva debe comprender es el sentido subjetivo que el propio actor enlaza a su acción de modo expreso” (Marrero, 1999: 20).

Pero *motivo* y *sentido subjetivo* de la acción no son la misma cosa<sup>58</sup>. El motivo que puede atribuir el sujeto en el curso de una acción no refleja necesariamente –salvo excepciones– el sentido subjetivo de su acción. El sentido es el que nos interesa comprender, y para eso tenemos que hurgar debajo de los motivos que el sujeto o nosotros atribuimos a su acción<sup>59</sup>. Al respecto, el propio Weber escribiría que:

<sup>57</sup> La *comprensión* (del alemán, “verstehen”) es la propuesta metodológica de Weber para las ciencias de la cultura. Usando palabras del propio teórico, más precisamente diremos que *comprensión* es la “captación interpretativa del sentido o conexión de sentido”, que en nuestro caso es, “construido científicamente (por el método tipológico) para la elaboración del tipo ideal de un fenómeno frecuente” (Weber, 2005: 9). Téngase presente que Weber considera a la sociología como, “una ciencia que pretende entender, interpretándola, la acción social para de esta manera explicarla causalmente en su desarrollo y efectos” (Weber, 2005: 5).

<sup>58</sup> Al igual que Weber, “llamamos ‘motivo’ a la conexión de sentido que para el actor o el observador aparece como el ‘fundamento’ con sentido de una conducta (Weber, 2005: 10).

<sup>59</sup> Como comprendemos el sentido subjetivo de la acción por los motivos la comprensión es indirecta. En otras palabras, el motivo es la evidencia del sentido de la acción que nos interesa comprender. Como sostiene Marrero (1999: 21), “no existe una relación simple, directa, unívoca y transparente entre sentido subjetivo y direccionalidad de la

Con frecuencia “motivos” pretextados y “represiones” (es decir, motivos no aceptados) encubren, aun para el mismo actor, la conexión real de la trama de sus acción, de manera que el propio testimonio subjetivo, aun sincero, sólo tiene un valor relativo. En este caso la tarea que le incumbe a la sociología es averiguar e interpretar esa conexión, *aunque* no haya sido elevada a la *conciencia* o, lo que ocurre las más de las veces, no lo hay asido con toda la plenitud con que fue mentada en concreto: un caso límite de la interpretación de sentido (Weber, 2005: 9).

Entonces, ¿cómo comprendemos sociológicamente el motivo de una acción? Lo comprendemos *interpretando* (*deutendes verstehen*) el sentido que le subyace. Interpretamos el sentido de la acción, al asignar idealmente causalidad, es decir, al establecer *conexiones conceptuales abstractas* a partir de la exageración o acentuación de algunos aspectos observables en las acciones efectivas. Es el sentido intencionado el que elaboramos como tipología y no el motivo declarado u observado; porque el motivo que se le presenta a los sujetos o a nosotros no es generalmente el que fundamenta dicha acción. Para que la comprensión adquiera forma racional elaboramos *tipos ideales* (*Idealtypus*) –no ideal en el sentido normativo sino en tanto concepto o idea mentada– o, lo que es lo mismo, *tipos puros* –en el sentido de depurados– que relacionan fin, factor, acción y consecuencias de la acción. Es decir, construimos tipologías que permiten interpretar sistemáticamente el curso ‘real’ de la acción<sup>60</sup>. En efecto, *explicar* el desarrollo y consecuencias de la acción por su motivo tiene como condición previa interpretar el sentido que le subyace; esto significa que asignamos posibles sentidos –entre muchos– a la acción efectiva (para nosotros definida como discursos) o, lo que es lo mismo, interpretamos, mediante la elaboración de tipos puros, dicha acción. En pocas palabras, le *imponemos* a un comportamiento observado (discurso) un fin, entre muchos posibles, a ser perseguido. En base a lo expuesto diremos que nuestro método es, al tiempo que *hermenéutico*, *teleológico*.

Al construir tipos ideales estamos *suponiendo*, *simulando*, que determinadas conexiones se presentan en cierto grado en la realidad concreta, aun cuando no lo hacen con tal pureza. Este marco nos permite elaborar, unívocamente –y, por lo tanto, idealmente–, sentidos de la acción para comprender el posicionamiento que los sujetos tienen sobre las nanotecnologías. Pues, como plasmara Weber (2005: 7-8):

Todo artefacto, una máquina, por ejemplo, se comprende e interpreta, en fin de cuentas, por el sentido que a su producción y empleo le presta (o quisiera prestar) la acción humana (con finalidades posiblemente muy diversas); sin el recurso a ese sentido permanece completamente incomprensible. Lo comprensible es, pues, su referencia a la *acción humana*, ya como “medio”, ya como el “fin” imaginado por el actor o los actores y que orienta su acción.

Lo que a fin de cuenta queremos demostrar es que cuando la persona escoge entre fines diferentes y adscribe a factores –también disímiles– el medio que elige para el fin y el lugar que le asigna a las nanotecnologías no es el mismo en uno y otro caso. El considerar tipos ideales polares nos permite *evaluar*, por contraste, la incidencia generada por fines y factores diferenciales: se busca demostrar que cuando un fin y un factor están presentes en una acción se produce determinado efecto, y que frente a la ausencia de ellos el resultado es otro. Es la comparación entre tipologías polares lo que ilustra la singularidad de cada acción tipificada, dándole verosimilitud y plausibilidad.

---

acción. Acciones que desde fuera pueden parecer iguales o semejantes, pueden tener su origen en los más diversos motivos y tener sentidos muy diferentes para los actores; igualmente, idénticos sentidos mentados pueden llevar a diversos cursos de acción”.

<sup>60</sup> Weber utilizará la expresión “tipo puro” recién en su última obra (Economía y Sociedad), por eso se suele vincular más al autor con la expresión “tipo ideal”. Nosotros preferimos la denominación tipo puro” porque creemos que refleja con mayor claridad la idea de pureza conceptual o concepto depurado a la que queremos referir; significa que se aíslan variables o parámetros para obtener “precisión y univocidad” conceptual. No obstante, en este trabajo utilizaremos indistintamente ambas expresiones.

El uso de tipificaciones antitéticas en las ciencias sociales ha sido bien reseñado por John McKinney (1968). La conocida distinción entre comunidad y sociedad (*Gemeinschaft* y *Gesellschaft*) de Tönnies, la división entre solidaridad mecánica y orgánica de Durkheim, la sociedades sacras y seculares de Becker, la tipología folk-urbano de Redfield, así como otras clasificaciones polares encontradas en los trabajos de Cooley, Sorokin, Weber, y Parsons, son un claro ejemplo de la relevancia que ha tenido este recurso para esta disciplina.

En otro orden de cosas, interesa resaltar que Weber propone dos clases de tipos ideales, el histórico y el sociológico. El tipo histórico expresa lo singular y concreto, refiere a una temporalidad y espacialidad específicas. La segunda clase, en cambio, responde a hechos recurrentes, fenómenos que predominan por repetirse en el tiempo. Estos últimos “tienden a ser relativamente atemporales y universales”, aplicables a “muchas situaciones históricas diversas” (McKinney, 1968: 40-41). Pero, las tipologías sociológicas también son históricas, en el sentido de que existe una relación entre la acción tipificada y su acaecimiento ‘real’.

Ahora bien, las tipologías que hemos propuestas en este trabajo responden, de acuerdo a la clasificación anterior, más a la primera clase que a la segunda. Y ello porque, efectivamente, el interés se centra en generar inteligibilidad de acciones singulares. Aún cuando nos vemos tentados a generalizar las conductas tipificadas, esas generalizaciones no podrían más que tomar la forma de hipótesis: se trataría de generalizaciones hipotéticas a partir de acciones tipificadas que, como veremos a continuación, no son hipótesis. Porque las tipologías no son corroborables o falsables, verdaderas o falsas, sino que originan más o menos comprensión, o conducen a ella.

En concreto, nos proponemos elaborar dos pares de tipologías polares a partir de un esquema conceptual que otorga autonomía a la cultura en el sistema de acción social (en su nivel discursivo), así como un rol articulador y estructurador del ámbito colectivo y subjetivo. De manera que las nanotecnologías siempre se elaboran como una narrativa coherente y cronológica. Así, las opiniones, percepciones y evaluaciones de los sujetos sobre las nanotecnologías se configuran por la relación existente entre fines, que se constituyen –tal como nos interesa destacar– en expectativa para la conducta, y representaciones colectivas que se organizan de forma dicotómica.

Diremos que para comprender a las nanotecnologías “por el sentido que a su producción y empleo le presta la acción humana” atribuimos conexiones causales que vinculan: (a) principios orientadores de la acción –fines que el sujeto persigue con arreglo a valores–; (b) representaciones colectivas dicotómicas a las que el sujeto adscribe –por *afinidad electiva* con los fines–; (c) conductas condicionadas por esos factores –entendidas como medios para el logro del fin–; y, (d) las consecuencias de las acciones –lo que se traduce como el lugar asignado a las nanotecnologías–. De esta manera se elaboran pares de esquemas conceptuales depurados, carentes de contradicciones internas, y opuestos en el ámbito de los factores, en los que el sentido dado a las nanotecnologías (resultado de la acción) se encuentra definido por el fin perseguido y la representación colectiva correspondiente.

### 5.3 Reflexiones epistemológicas

#### 5.3.1 El punto de vista gnoseológico: comprensión, interpretación y explicación

Los tipos ideales son un medio para la generación de evidencia (*evidenz*), y por lo tanto un medio para la comprensión de las acciones reales. Sin bien las interpretaciones hechas mediante las tipificaciones son una *simulación causal* –y no una *causalidad efectiva*–, el procedimiento

permite aislar efectos que participan de una relación que, por su infinitud y complejidad, se torna inaprehensible<sup>61</sup>.

Ahora bien, las tipologías no son hipótesis, sino conceptos que permiten *comprender, interpretar*, relaciones causales efectivas: “el concepto típico-ideal pretende guiar el juicio de imputación: *no* es una ‘hipótesis’, pero quiere señalar una orientación a la formación de hipótesis” (Weber, 1985: 79). Esta afirmación nos conduce a la siguiente consideración. La fuente de evidencia de las ciencias sociales y humanas no deviene de la inmediatez –como en las ciencias naturales–, sino que surge de lo mediato. En otras palabras, la interpretación, proporcionada por las tipologías, es la que genera evidencia y convicción frente a una realidad que no las produce de forma inmediata.

Entonces, ¿cómo se genera convicción de una realidad que no produce evidencia ni convicción inmediata? Según Weber, es necesario generar convicción intersubjetiva en dos ámbitos<sup>62</sup>: en la conexión tipificada del sentido –en tanto mediación sujeto-objeto– y en la evidencia empírica –en tanto probabilidad de ocurrencia–. Esto es lo que Weber llamaría *adecuación por el sentido* y *adecuación causal*, respectivamente:

Decimos que una conducta que se desarrolla como un todo coherente es “adecuada por el sentido”, en la medida en que afirmamos que la relación entre sus elementos constituye una “conexión de sentido” típica (o, como solemos decir, “correcta”) a tenor de los hábitos mentales y afectivos medios. Decimos por el contrario, que una sucesión de hechos es “causalmente adecuada” en la medida en que, según reglas de la *experiencia*, exista esta probabilidad: que siempre transcurra de igual manera (Weber, 2005: 10-11).

Con lo primero lo que se busca es transmitir, intersubjetivamente, verosimilitud del esquema conceptual propuesto. En esto intervienen factores de naturaleza diversa, que conducen a las personas a encontrar en unos esquemas mayor aceptación que en otros. Lo fundamental aquí es promover empatía frente a la tipificación. Respecto a lo segundo, lo que se pretende es generar convicción de que el esquema interpretativo permite dar cuenta de la realidad concreta. Ahora se trata de ‘crear’ plausibilidad empírica, porque “como en toda hipótesis es indispensable el control de la interpretación comprensiva de sentidos por los resultados: la dirección que manifieste la realidad” (Weber, 2005: 10).

Es la probabilidad de que las relaciones causales tipificadas sean encontradas en las relaciones concretas lo que inscribe a la sociología en el ámbito de las ciencias empíricas. Sin embargo, la persecución de la evidencia no conduce a validar o refutar las tipologías como si de hipótesis se tratase, pues el tipo ideal no establece ‘verdad’ frente a su objeto<sup>63</sup>. A lo sumo, se asegura, o no, su utilidad como esquema interpretativo. De no encontrar correspondencia entre la tipología y la realidad empírica lo único que se puede sostener es que aquella no posee *validez* como esquema para interpretar del fenómeno concreto. Pudiere suceder, por ejemplo, que los motivos de la acción interpretada no se correspondan con los fines tipificados; frente a esta situación Weber advierte que el tipo ideal es descartado para el caso concreto, pero no pierde su valor como *posible* esquema interpretativo ante a otra realidad específica. En *Conocimiento científico y acción social. Crítica epistemológica a la concepción de ciencia en Max Weber*, Manuel Gil Antón escribe:

Si los “fines” asumidos en el proceso de construcción del esquema interpretativo no corresponden a los “motivos” de la acción que se pretende interpretar, no se desecha el esquema interpretativo por “falso”,

<sup>61</sup> Desde este punto de vista los tipos ideales son una construcción mental (*Gedankenbild*)

<sup>62</sup> Bajo el influjo de Kant, para Weber no hay ‘verdad’, sino que a lo sumo se logra la aceptación intersubjetiva de que el esquema interpretativo expresa el sentido de la acción y, consecuentemente, es útil para dar cuenta del caso concreto.

<sup>63</sup> Por eso, en el mismo sentido que Kant, el objeto empírico nunca puede ser comprendido completamente.

pues puede ser empleado en caso de adecuación entre “fines” y los “motivos” de otra acción (Gil Antón, 1997:51).

A lo que agregamos, el esquema interpretativo no se desecha, fundamentalmente, porque epistémicamente no es descartable, como si de una hipótesis falsada se tratase.

Ahora bien, si la sociología pretende entender, interpretándola, la acción social para explicarla causalmente en su desarrollo y efectos, entonces comprensión y explicación son dos aspectos indisolubles –del método *comprensivo explicativo*–. Cuando la acción tipificada se manifiesta *adecuada por sentido* al tiempo que expresa *adecuación causal*, entonces, diremos que se ha realizado una *interpretación causal correcta de una acción típica*, es decir, se ha *explicado el curso de la acción*<sup>64</sup>. Si se *explica causalmente* estamos frente a una *interpretación causal correcta*, es decir, la tipología posee verosimilitud interpretativa y plausibilidad empírica<sup>65</sup>.

### 5.3.2 Acerca de los supuestos axiológicos

Bajo el entendido de que la realidad social presenta una gran complejidad (infinitud de relaciones causales) todo procedimiento cognitivo que intente asimilarse a ella es tan caótico como la realidad que pretende analizar<sup>66</sup>. Ahora bien, sí lo que se busca es acentuar cognitivamente algunos aspectos de la realidad (acciones efectivas) entonces: ¿Qué lugar ocupan los valores en la limitación conceptual? Siguiendo a Weber –y como sostuviera Heinrich Rickert con anterioridad–, son las ideas de valor del investigador quienes en última instancia definen las causalidades a priorizar<sup>67</sup>. Aun cuando se tenga un gran –aunque nunca completo– conocimiento del número y naturaleza de las relaciones causales que intervienen en un fenómeno, no hay nada intrínseco en dichas relaciones que haga prevalecer unas sobre otras.

[...] jamás puede concebirse como exhaustiva aun la *descripción* del segmento más ínfimo de la realidad. El número y la índole de las causas que determinan cualquier evento individual son siempre infinitos, y nada hay en las cosas mismas que indique qué parte de ellas debe ser conocida (Weber, 1985: 67).

Como en la *Filosofía Trascendental* de Kant, la fuente del conocimiento no proviene de la experiencia. *Objeto* y *materia* no son la misma cosa: el *objeto* se erige como tal cuando el sujeto cognoscente establece categorías para el entendimiento. Son los *a prioris* del sujeto, propios de la “intuición sensible” (reglas previas a la experiencia: siendo para Kant espacio y tiempo las primeras y más básicas), los que preceden la experiencia sobre la *materia*. La *posibilidad del objeto* tiene como origen el sujeto; por eso la fuente de ‘verdad’ no se haya en el conocimiento sensible, sino en el amalgamamiento entre los *a prioris* del sujeto y la *materia* que le es externa.

<sup>64</sup> Algunos autores refieren a la *explicación* como un segundo momento del método comprensivo de Weber.

<sup>65</sup> Por *causalidad* entendemos la probabilidad de que un fenómeno o proceso siga a otro.

<sup>66</sup> Un procedimiento mental así concebido sería una empresa tan inútil como la de aquel Imperio, sobre el que escribe Borges, donde su cartografía poseía las mismas dimensiones del Imperio: “En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el Mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el Mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, estos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio, que tenía el Tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Sigüientes entendieron que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y los Inviernos. En los Desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas. Suárez Miranda, *Viajes de varones prudentes, Libro IV, Cap. XLV, Lérida, 1658*”. El cuento de Borges es falsamente asignado a una cita de Suárez Miranda. Es publicado por primera vez en la segunda edición de *Historia Universal de la Infamia*, en 1954.

<sup>67</sup> Esto no significa que las ideas de valor se el único factor que actúa en su definición.

Bajo el mismo principio, los tipos ideales buscan hacer inteligible una realidad cuya naturaleza es inaccesible. Las acciones tipificadas no se encuentran en la naturaleza de la materia examinada, sino en el interés cognitivo del propio investigador que organiza su experiencia:

La referencia al valor es lo que le permite al científico social esbozar, desenmarañar, elegir, descartar y construir: le permite situarse en una perspectiva de entre otras posibles, construir su objeto de estudio de un modo determinado y establecer posibles vínculos y relaciones causales con otros fenómenos también convertidos, por referencia a valores, en significativos (Marrero, 1999: 11).

Al atribuir relevancia a cierta parte de la realidad social se da individualidad al fenómeno, se construye un objeto de estudio<sup>68</sup>. Los esquemas conceptuales (conexiones significativas) tienen por origen las ideas de valor de quién las selecciona. Son estos valores quienes guían, en última instancia, el conocimiento sobre las regularidades de las conexiones causales 'reales'. A fin de cuentas lo que se persigue es "conferir un orden al caos de aquellos hechos que hemos incluido en el ámbito de nuestro interés" (Weber, 1984: 143).

Hasta aquí hemos sostenido que los valores están presentes en la definición del objeto, pero entonces ¿qué lugar ocupan los valores en el resto del proceso de investigación? ¿Es posible el conocimiento objetivo en sociología? Sobre este punto Runciman y Guy Oakes señalan que la propuesta weberiana es ambivalente (Marrero, 1999: 15-19). Para Runciman, por ejemplo:

No puede simplemente admitirse la arbitrariedad en la elección original de los términos y añadir que después de esa elección, con esa sola limitación, la investigación puede hacerse en términos valorativamente neutrales. No puede admitirse la infección valorativa a la hora de plantear las preguntas y suponer que las respuestas que se dan pueden mantenerse inmunes a ella (Runciman; citado por, Marrero, 1999: 17).

Desde este punto de vista Weber estaría proponiendo el método comprensivo o interpretativo como un método "según el cual existe un único criterio de verdad, prueba y validación" (*monismo metodológico*); pero, por otro lado, estaría concibiendo la posibilidad –y conveniencia– de la multiplicidad de esquemas interpretativos ("*pluralismo conceptual*") como algo intrínseco a las ciencias sociales (Marrero, 1999: 17).

Ahora bien, ¿no es la propuesta metodológica de Weber también fruto de ideas de valor? A nuestro entender, la respuesta es afirmativa. Las ideas de valor forman parte de la elección en todas las etapas del conocimiento científico. Creemos que Weber no es ambivalente en su obra: desde una perspectiva neokantiana, donde no hay verdad sino *aceptación intersubjetiva*, sería plausible pensar que lo que él ha intentado es *convencernos intelectualmente* de su propuesta, y no de que es la única posible. Sí "nada tenemos que ofrecer, con los medios de nuestra ciencia a quien no juzgue valiosa esta verdad; y la fe en el valor de la verdad científica es un producto de determinadas culturas, no algo dado por naturaleza" (Weber, 1985: 99), cómo se puede argumentar que para Weber "existe un único criterio de verdad, prueba y validación", incluso al interior de la propia ciencia.

En suma, entendemos que para Weber es posible el conocimiento objetivo en sociología. Objetivo sí, pero objetual no. Y esto, en esencia, porque Weber, como buen neokantiano, no cree en la posibilidad de conocer la esencia de la realidad social. A lo sumo, hay hechos sobre los que se puede argüir pero nunca denotar.

---

<sup>68</sup> En palabras de Weber: "Ningún análisis científico 'objetivo' de la vida cultural o –lo que quizás es algo más restringido, pero con seguridad no significa en esencia otra cosa para nuestros fines– de los 'fenómenos sociales' es independiente de puntos de vista especiales y 'unilaterales' de acuerdo con los cuales estos –expresa o tácitamente, de manera consciente o inconsciente– son seleccionados, analizados y organizados como objeto de investigación" (Weber, 1985: 61).

Distintos autores contemporáneos han desarrollado una fuerte discusión en torno al papel de los valores en la obra de Weber, pero este debate excede por lo extenso los intereses de nuestro trabajo; sin embargo, el lector debe tener presente que esta discusión, aún cuando se mantenga latente, hace a los fundamentos axiológicos de la presente propuesta.

Pensando en las nanotecnologías, a partir de todo lo argumentado, podemos decir que se han tornado significativas para nosotros porque, como sostendría el propio Weber (1985: 71), “despiertan, de manera directa o indirecta, nuestros *intereses* culturales y nuestro afán de conocimiento desde puntos de vista derivados de aquellas ideas de valor que vuelven para nosotros *significativo* el fragmento de realidad pensado”. Así como las ideas de valor nos han hecho priorizar a las nanotecnologías como objeto de estudio, también, nos han guiado en las relaciones causales a tipificar. Mediante los *tipos puros* o *ideales* procuramos ordenen unilateralmente una realidad social que, en su especificidad, se presenta como una causalidad infinita, “caótica”. Somos conscientes de que al enfatizar en unos pocos aspectos de las relaciones causales incurrimos en un reduccionismo cognitivo, no obstante, la unilateralidad proporciona un principio útil para conocer sociológicamente ciertos aspectos de las acciones reales: con el acento unilateral de relaciones causales difusas en la realidad concreta dicha realidad se hace plausible para nuestro pensamiento.

#### 5.4 El discurso como dato

En términos generales, es posible clasificar el discurso a partir del medio por el que se transmite en *oral* y *escrito* (Llamas, 2006: 402)<sup>69</sup>. Recurrir simultáneamente a estas dos modalidades incrementa el grado de validez de los datos, redundando en una mayor probabilidad de inferencia sobre el ‘discurso global’ de los sujetos<sup>70</sup>. Es así que ambos niveles constituyen el *universo discursivo* que nos interesa interpretar y analizar.

Ahora bien, para poder convertir el *discurso concreto* en dato plausible de interpretación y análisis elaboramos una reducción, que consiste en tratar ambos niveles de forma homogénea, esto es, como *discurso-texto* (ver figura 2). Lo que significa simplificar, homogeneizando, el discurso como si siempre se tratase de un texto escrito. De forma que ahora el *discurso-texto* responde a único soporte material sobre el que se interpretará el *discurso concreto*. La homogeneización no es más que un recurso práctico para convertir el *discurso concreto* en dato.

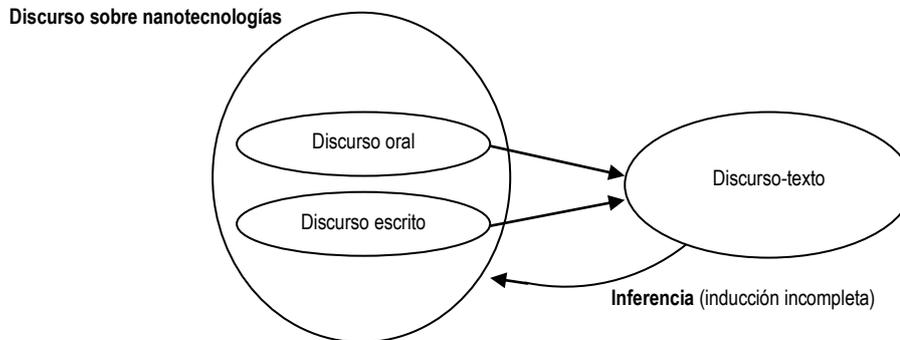
Específicamente, nos interesa que los datos representen el discurso que dos sujetos concretas elaboran y sostienen sobre las nanotecnologías, para el caso uruguayo: Alvaro Mombrú y Enildo Iglesias<sup>71</sup>. La elección de Mombrú e Iglesias se debe a que ambos son referentes nacionales sobre la temática de las nanotecnologías, pero las abordan desde lugares y posturas distintas. El primero es un reconocido científico nacional, Director del Departamento de Estructura de la Materia y sus Aplicaciones (Facultad de Química, UdelaR), desde abril de 2006. Profesor Catedrático de Física en la Facultad de Química (UdelaR). Director del Polo Tecnológico de Pando desde septiembre de 2007, donde en 2008 se inauguró el primer laboratorio nacional, o unidad especializada de investigación, en nanotecnologías: el Centro Nanomat. Por su parte,

<sup>69</sup> El medio por el que se trasmite, o soporte físico, no es el único criterio utilizado por Llamas para argumentar la distinción entre las dos modalidades discursivas: también deben justificarse por “las propiedades lingüísticas -léxicas, morfosintácticas, textuales- y los factores contextuales que intervienen en el proceso comunicativo” (Llamas, 2006: 402-403). Sin embargo en nuestro trabajo el primero será el único argumento utilizado para tal distinción.

<sup>70</sup> En efecto, la capacidad de inferencia que existe al tratar estas dos expresiones es mayor que si se tratase únicamente una de las manifestaciones discursivas. Pero, es menor que si se abordase otras expresiones discursivas que aquí no hemos considerado por razones práctico-metodológicas (por ejemplo, la expresión gestual). Decimos que hay *validez* en el contexto de los datos si los hallazgos representan a los fenómenos reales.

<sup>71</sup> De sus discursos no pretendemos inferir comportamientos, porque entendemos que aunque discurso y comportamiento son fácticamente indisociables es posible hacerlos responder a dos niveles diferenciados de análisis.

Iglesias es un reconocido militante, que en los últimos años se ha abocado, entre otras cosas, al análisis de las nanotecnologías. Como miembro honorario de la UITA ha participado de innumerables debates sobre el desarrollo e implicancias de las nanotecnologías, tanto en el ámbito local como mundial, estimulando el pensamiento crítico sobre la temática.



**Figura 2:** Discurso, modalidades discursivas y discurso-texto. Para los fines analíticos el discurso oral y el discurso escrito se homogenizan como *discurso-texto*. Es a partir de este último que se infiere el discurso de los sujetos sobre las nanotecnologías.

## 5.5 Universos y unidades de análisis

- **Universo de análisis**<sup>72</sup>: Todos los discursos generados, entre noviembre de 2008 y febrero de 2010, que tienen por temática principal las nanotecnologías y por productores principales del discurso a Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias.
- **Universo de datos**<sup>73</sup>: Todos los discursos orales y escritos (*discursos-textos*) registrados, entre noviembre de 2008 y febrero de 2010, que tienen por temática central las nanotecnologías y por productores principales del discurso a Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias.
- **Unidad de registro**: Segmentos de sentido de los *discursos-textos* que –seleccionadas de acuerdo a un criterio interpretativo– refieren a las distintas categorías de análisis.
- **Unidad de contexto**<sup>74</sup>: Cada uno de los *discursos-textos* a los que remite cada unidad de registro examinada.

## 5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para acceder al discurso de los representantes empíricos se utilizan dos técnicas. Se diseñan entrevistas semiestructuradas para registrar el discurso oral, y se recurre a fuentes documentales para obtener el discurso escrito. Las técnicas e instrumentos utilizados se resumen en el cuadro que se presenta a continuación<sup>75</sup>.

<sup>72</sup> El *universo de análisis* es el ámbito hacia el que se dirigen todas las inferencias hechas a partir de los datos, por eso también podemos llamarlo *universo de las inferencias posibles*.

<sup>73</sup> El *universo de datos* es una *muestra* de la totalidad discursiva (*universo de análisis*): lo representa. Expresa la totalidad de datos *posibles* de análisis; también nos podemos referir a él como el *universo de observaciones posibles*.

<sup>74</sup> Es la porción del *universo de datos* en la que se enmarca cada *unidad de registro*.

<sup>75</sup> Sobre fiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos consultar anexo de este trabajo.

Técnica	Instrumento
Entrevista semiestructurada	Guión de entrevista
Fuente documental	Registro de documentos escritos

Cuadro 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

### 5.6.1 Guión de entrevista

Se elabora una pauta común de entrevista a ser aplicada –personalmente– en ambos representantes empíricos con la finalidad de obtener información de primera mano<sup>76</sup>. La entrevista busca interrogar de forma tal que la respuesta sea libre: la ‘situación’ concreta en la que se desarrolla la entrevista es la que determina la secuencia de lo interrogado. No obstante, aún cuando es flexible, el guión de entrevista cumple una función altamente directiva, en el sentido de que pretenden control de la información potencialmente relevante, y la reducción de aquellas declaraciones que se apartan del objeto de estudio (Flick, 2007: 104)<sup>77</sup>.

El ámbito de interacción (diálogo/comunicación) viabilizado por la técnica e instrumento permite indagar el sentido que cada representante empírico atribuye –discursivamente– a las nanotecnologías.

### 5.6.2 Registro de documentos escritos

Se consulta y registra documentos escritos con origen en distintos soportes, en relación a cada representante empírico, según se detalla en el siguiente cuadro<sup>78</sup>:

Soporte de origen del documento	Cantidad de documentos por representante empírico	
	Álvaro Mombrú	Enildo Iglesias
Web	2	2
Papel	1	1
Óptico (CD ROM/DVD)	-	1

Cuadro 2: Número de documentos consultados por representante empírico, de acuerdo al soporte de origen de los documentos.

Aun cuando no se trate de un ámbito de interacción directa con el sujeto, el recurso documental también permite obtener información a partir de la cual inferir el sentido atribuido a las nanotecnologías. Desde este punto de vista, la fuente documental es una técnica complementaria a la entrevista.

## 5.7 Técnica de análisis: Análisis de contenido de los discursos

### 5.7.1 Sobre la técnica

Como ya se mencionó, mediante los tipos ideales se busca generar convicción intersubjetiva –de una realidad que no la produce de forma inmediata– en dos ámbitos: en la conexión tipifi-

<sup>76</sup> Por pauta de entrevista consúltese el anexo de este trabajo.

<sup>77</sup> Flick (2007: 107) advierte que las entrevistas semiestructuradas parten del “supuesto de que las aportaciones que son características para entrevistas estandarizadas o cuestionarios, y que limitan cuando, en qué secuencia y cómo se tratan los asuntos, oscurecen más que iluminan el punto de vista del sujeto”.

<sup>78</sup> Consúltese detalle de las fuentes documentales y sus códigos respectivos en el anexo metodológico.

cada del sentido y en la evidencia empírica. Recuérdele que la *adecuación causal* refiere a la probabilidad de que las causalidades tipificadas sean encontradas en las relaciones concretas, y que el control de la interpretación comprensiva de sentidos por los resultados persigue la evidencia, no validar o refutar las tipologías, pues no hay pretensión de verdad.

En este contexto, la técnica de análisis cumple el papel de generar, de manera sistemática, evidencia para que se acepte, intersubjetivamente, que los esquemas interpretativos dan cuenta, en cierta medida, de las acciones ‘reales’ de los sujetos. Ahora bien, como el nivel de la acción que nos proponemos abordar es el discursivo, consideramos que el análisis de contenido de los discursos es una ‘buena’ técnica para elaborar evidencia del sentido que Mombrú e Iglesias atribuyen a las nanotecnologías.

Para Andreu (2000: 22), “el análisis de contenido cualitativo consiste en un conjunto de técnicas sistemáticas interpretativas del sentido oculto de los textos”<sup>79</sup>. Por su parte, Mayntz, *et al* (1993: 198) sostienen que:

[...] se puede definir al análisis de contenido como una técnica de investigación que identifica y describe de una manera objetiva y sistemática las propiedades lingüísticas de un texto con la finalidad de obtener conclusiones sobre las propiedades no lingüísticas de las personas y los agregados sociales.

No obstante, al igual que Alonso (2003: 205), creemos que el análisis del discurso sociológico no puede limitarse al aspecto formal (“morfológico”) del soporte material (*discurso-texto*)<sup>80</sup>. De acuerdo a Brown y Yule:

El analista del discurso trata su *corpus* como el registro (texto) de un proceso dinámico en el cual el hablante/escritor utiliza el lenguaje como instrumento de comunicación en un contexto para expresar significados y hacer efectivas sus intenciones (discurso). Trabajando sobre estos datos, el analista intenta describir las regularidades encontradas en las realizaciones lingüísticas que emplea la gente para comunicar esos significados e intenciones (Brown y Yule; citado por Andreu, 2002: 209).

Cabe aclarar que el análisis propuesto por nosotros es interno de los documentos. A diferencia del análisis externo, que “procura colocar el documento en su contexto, o sea, en el conjunto de circunstancias entre las que surgió y que permiten explicarla” (López Noguero, 2002: 172)

En suma, la técnica que aquí proponemos tiene como finalidad sistematizar e interpretar, con cierta fiabilidad y validez, los discursos que Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias sostienen sobre las nanotecnologías.

## 5.7.2 Clasificación y ordenamiento del discurso: registro y codificación

Una vez seleccionado el material empírico se establece un protocolo o procedimiento para clasificarlo y ordenarlo<sup>81</sup>. Lo que se busca con ello es la ordenamiento sistemático (procedimien-

<sup>79</sup> Como nos recuerda Andreu (2000: 4): “Max Weber en 1910 en la primera reunión de la Sociedad Alemana propuso llevar a cabo un amplio análisis de contenido de los medios de prensa, pero por una serie de razones el estudio no pudo llevarse a la práctica”.

<sup>80</sup> Luis Alonso (2003: 189) diferencia “tres niveles básicos de aproximación al análisis de discursos: un nivel informacional/cuantitativo, un nivel estructural/textual y un nivel social/hermenéutico”. Para el autor, a este último nivel corresponde el análisis sociológico: “En la investigación social, el discurso desborda el texto. Lo que analizamos en nuestro trabajo de sociólogos de lo concreto son espacialmente los discursos, no lo textos; los textos nos interesan en cuanto que son los soportes y materialización de un conjunto de discursos que difieren, confluyen y se expresan en un espacio concreto referido a lo social (Alonso, 2003: 202)”.

<sup>81</sup> Para Puñuel (2002: 17): “Puede decirse que el *protocolo* es, por consiguiente, un procedimiento o conjunto de normas que guían tanto la segmentación del corpus según el establecimiento de criterios interpretativos para su lectura u observación, como para efectuar el registro más adecuado de datos, disponibles después para su trata-

to explícito establecido de manera lógica) y objetivo (replicabilidad objetiva relativa) de las *unidades de registro*. El procedimiento para el tratamiento de los discursos consiste en dos etapas consecutivas:

- Fragmentación o descomposición de los discursos-textos (*unidades de contexto*) en unidades de sentido menores (*unidades de registro*) de acuerdo a las categorías propuestas. Las unidades de sentido pueden coincidir con párrafos, oraciones, proposiciones o porciones de ellos, pero en ningún caso se restringen a estos.
- Agregación de las *unidades de registro* con arreglo a las categorías. Se utiliza el mismo criterio categorial que en el caso anterior, pero ahora con el objetivo de agrupar las *unidades de registro* obtenidas a partir de la descomposición de las *unidades de contexto*.

En términos esquemáticos, la fragmentación como la agregación consiste en asignar *unidades de registro* a las categorías que conforman la matriz (cuadro 3). Cada *unidad de registro* únicamente puede pertenecer a una categoría del sistema. Además de mutuamente excluyente, la matriz es exhaustiva, pues en la distribución ninguna *unidad de registro* queda sin ser asignada a una categoría.

Tipo puro	Dimensión			
	Fin (principio orientador de la conducta)	Factor (representación colectiva)	Medio (conducta para el logro del fin, condicionada por el factor)	Consecuencia o efecto
Nanotecnologías como vehículo de salvación (A1)	A1.0	A1.1	A1.2	A1.3
Nanotecnologías como vehículo de condenación (A2)	A2.0	A2.1	A2.2	A2.3
Postura optimista frente a las nanotecnologías (B1)	B1.0	B1.1	B1.2	B1.3
Postura pesimista frente a las nanotecnologías (B2)	B2.0	B2.1	B2.2	B2.3

**Cuadro 3:** Matriz de categorías de registro/análisis de acuerdo a los tipos puros y dimensiones que los conforman.

No debe perderse de vista que tanto la descomposición de las *unidades de contexto* como la agregación de las *unidades de registro* se desarrolla de acuerdo a un criterio interpretativo del significado del discurso. Dicha interpretación se organiza de acuerdo a las categorías que conforman cada una de las tipologías. Ahora bien, la naturaleza de la propia interpretación trae consigo la necesidad de discutir sobre los criterios de calidad o, lo que es lo mismo, confiabilidad de la propia técnica de análisis<sup>82</sup>.

---

miento estadístico o lógico y para el procesamiento posterior (o transmutación) en datos de “segundo” y “tercer” orden, es decir, en datos referidos, a su vez, a datos previamente registrados y tratados”.

<sup>82</sup> Sobre fiabilidad y validez de la técnica de análisis consultar anexo de este trabajo.

## 6. Los tipos ideales

### 6.1 Las nanotecnologías como vehículo de salvación y de condenación

Explicar la vida y la muerte, la angustia que causan los imponderables terrenales y las contradicciones existentes en las relaciones sociales son los grandes temas que continúan orientando la búsqueda humana por trascender el orden social. La imposibilidad para definir con claridad el destino no ha eliminado el impulso por trascender la vida misma. Esta se trata de la fundamental fantasía, cuya posibilidad se renueva, en parte, por las revitalizadas oportunidades que ofrece cada nueva revolución tecnológica. Pero las tecnologías también aplacan el inmanente impulso por la trascendencia; son a la vez medio de salvación y medio de condenación para la el hombre.

En las nanotecnologías subyace el mismo sentido que ha impulsado o frenado a todos los avances tecnológicos precedentes: el lugar que se les asigna para la consumación de un nuevo orden social: un medio o un obstáculo para su logro. Este es el punto de partida para comprender porque Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias posicionan de manera diferente a las nanotecnologías. Analicemos por separado cada caso.

Comenzaremos diciendo que Mombrú persigue el perfeccionamiento *'en' el orden social presente*. Esto significa que aun cuando concibe deficiencias en su desenvolvimiento presenta conformidad con el orden en sí mismo. No busca superarlo radicalmente, sino solucionar funcionalmente y paulatinamente sus defectos. En el momento en que persigue ese fin adscribe –por lo que hemos dado a llamar *afinidad electiva*– a un imaginario colectivo sobre la relación valores-nanotecnologías, a saber, que las nanotecnologías son *autónomas*.

Con anterioridad sostuvimos que al interior de la idea de autonomía tecnológica, entendida como incapacidad de las personas para incidir en el desarrollo tecnológico, pueden encontrarse dos variantes. La que refiere a las tecnologías como ingobernables, resultado de que siguen sus propias leyes, y la que concibe que si las tecnologías son ingobernables es porque los hombres han permitido que ello sea así. A nuestro entender esta última es la postura a la que adscribe Mombrú. Ciertamente, él no concibe una autonomía absoluta, sino una relativa. Su determinismo tecnológico indica que si las nanotecnologías son autónomas es porque los hombres han dejado de lado los ámbitos para su control. Esta postura es asimilable a la que Diéguez (2005) encuentra en Langdon Winner, para quien la sociedad se halla en un estado de “sonambulismo tecnológico” del que es posible despertar.

En este marco, la consecuencia de dejar operar a las nanotecnologías bajo su propia racionalidad es que no es posible tener certeza de las implicancias que generará su desenvolvimiento. Ahora bien, tener a las nanotecnologías bajo control implica, antes que nada, dar lugar a la acción intencional. Sí se actúa es porque se lo puede hacer. Es así que Mombrú las posiciona como un objeto autónomo, pero que puede ser manipulado y controlado si se actúa bajo lo que él denomina “responsabilidad”. La responsabilidad no es otra cosa que acción sin restricción, voluntad humana sin constricción. De suerte que al existir libertad para la acción el sujeto la posiciona como medio para el fin: la superación del orden social actual. En este terreno las nanotecnologías se subsumen a la acción, adquiriendo un rol instrumental. En otros términos, las nanotecnologías se constituyen en un medio de segundo grado. De tal manera que Mombrú las ubican a mitad de camino de la acción, en tanto medio primario, y el perfeccionamiento *en el orden social presente*, en tanto expectativa.

Más aún, como se recordará, el determinismo tecnológico suele estar asociado a la *neutralidad valorativa* de las tecnologías, y esto responde a la disociación hecha entre acción social y tecnologías. Pues bien, para Mombrú hay neutralidad valorativa en las nanotecnologías, pero esto no como resultado de un desanclaje absoluto de aquellos dos elementos, sino como

producto de que los hombres permiten que las nanotecnologías operen bajo su propia racionalidad interna (criterio de eficiencia). La neutralidad de Mombrú es relativa porque responde al tipo de autonomía a la que adscribe, también relativa. Toda implicancia negativa generada por el desenvolvimiento nanotecnológico es resultado de librarlo a su propio criterio de eficiencia (racionalidad interna). Pero la posibilidad está ahí, es factible salir del sonambulismo del que habla Winner si se subordina el desarrollo tecnológico a la voluntad humana.

Es aquí que las nanotecnologías se posicionan como vehículo para la trascendencia, esto es, para el perfeccionamiento *en el* orden social actual. Mombrú las concibe como objeto que media entre el orden social actual, de sufrimiento, y un orden social futuro, donde esos sufrimientos estarían total o parcialmente erradicados. Más aún, la liberación de los sufrimientos mundanos, producida al despojarse de las imperfecciones del orden social presente, se viabiliza cuando la acción (medio de primer grado) se apodera de las nanotecnologías para hacerlas instrumentos suyos (medio de segundo grado).

En cuanto posibilitan la trascendencia mundana, a esta primera tipología la *llamaremos nanotecnologías como vehículo de salvación*.

Así mismo, de forma distinta a Mombrú, en Iglesias la *superación 'del' orden social presente* constituye el principio orientador de su conducta, su fundamento. Ahora, no muestra conformidad con el orden social actual, por lo que busca superarlo radicalmente. En contraste con Mombrú, la motivación a soluciones funcionales y paulatinas es inexistente; la ruptura radical se presenta como la opción más viable. Para decirlo en pocos términos, ahora no se trata de un cambio *en el* orden, sino *de* orden.

De manera que al perseguir tal expectativa Iglesias se encuentra mandatado por una representación colectiva –que al igual que en el caso anterior presenta *afinidad electiva* con el fin perseguido–, también referida a la relación valores-nanotecnologías, pero en este caso con otras características. Bajo preceptos colectivos se asume que la dinámica nanotecnológica se encuentra determinada exógenamente. En lugar de responder a factores endógenos, o, lo que viene a ser lo mismo, a su propia racionalidad, las nanotecnologías obedecen a factores sociales. Parafraseando a Kant, podría denominarse esta postura como *"heteronomía de la voluntad" nanotecnológica*. Ciertamente, las nanotecnologías son concebidas heterónomas porque su velocidad, ritmo y dirección de cambio vienen determinados por un contexto/estructura.

Para Iglesias las nanotecnologías no son neutras, porque su desarrollo no está ajeno a los valores que le imprimen quienes las producen, seleccionan y utilizan, que son los del contexto omnipresente (contexto superestructurante). No hay neutralidad de las nanotecnologías ni las implicancias generadas por su desenvolvimiento.

Como ya se mencionó, en el determinismo social el lugar asignado a la acción puede ser ambivalente; y ello porque la referencia a lo social no siempre implica que la voluntad humana tenga cabida. Lo social puede ser entendido como contexto/estructura, y, por lo tanto no se otorga libertad a la acción, o bien puede ser interpretado como la máxima contingencia, con lo cual la acción se desarrolla por entero libremente.

En el caso de Iglesias, el contexto es omnipresente, impregna la sociedad en su totalidad. Se trata de una sociedad "unidimensional" –a lo Marcuse– en donde las nanotecnologías despliegan sus fuerzas para crear y conservar el *statu quo*. Contexto/estructura y nanotecnologías se suturan para constreñir la acción. Esto conduce a que Iglesias conciba una acción con intencionalidad restringida, una acción sin libertad. Él desprecia la acción porque ésta no puede más que reproducir funcionalmente los ámbitos de dominación: el contexto que todo lo coacciona<sup>83</sup>.

---

<sup>83</sup> Usamos el término coacción y no coacción porque el primero se manifiesta no sólo como una fuerza física, sino, también, como forma invisible o enmascarada de imposición; mientras que la coacción es una forma de imposición visible (por ejemplo, el derecho)

Digamos que es razonable que Iglesias no de crédito de las nanotecnologías, pues, desde su perspectiva, lo alejan de su ascetismo mundano: la superación *del* orden social presente. Más aún, como contexto, nanotecnologías y acción son la misma cosa su rechazo va dirigido a los tres. He aquí porque Iglesias posiciona a las nanotecnologías como objeto que obstaculiza el logro del fin que persigue su acción.

Sin embargo, al tiempo que concibe una acción constreñida proclama actuar contra las causas que producen esa situación. Pero ¿cómo es posible que el sujeto pueda distanciar su acción de un contexto que todo lo constriñe? ¿Estamos frente a una inconsistencia del discurso? A decir verdad, puede sostenerse que a esta postura subyace una contradicción de carácter lógico, al menos en el ámbito del discurso. No puede concebirse que la acción responda a una sociedad unidimensional y, al mismo tiempo, que posea autonomía para transformar el *statu quo*. Al sostener tal cosa Iglesias vacila entre la heteronomía y la autonomía de la acción<sup>84</sup>. Pero no debemos confundir el discurso con el marco analítico que intenta analizarlo. Para nosotros, Iglesias vacila entre una *sociedad unidimensional*, donde contexto, nanotecnologías y acción son una misma cosa, y una *sociedad multidimensional*, donde la acción, por diferenciarse de las nanotecnologías y del contexto estructurante, posee suficiente libertad como para modificar las relaciones existentes y, consecuentemente, para controlar el influjo ejercido por las tecnologías. Sólo cuando se otorga esa autonomía a la acción se hace posible distanciarla de la coerción que le inflige el *tecnocontexto*. En su discurso Iglesias propone una acción contradictoria e indeterminada. A nuestro entender, la acción con libertad es introducida por él como categoría *ad hoc*. Por ello creemos que su inclusión en el discurso no invalida los argumentos dados para esta tipología.

En suma, porque alejan a los hombres de la *superación del orden social presente*, llamaremos a la segunda tipología *nanotecnologías como vehículo de condenación*.

---

<sup>84</sup> Esta indeterminación es similar a la que, a nivel teórico, se enfrentó el marxismo, y de la que el propio Alexander da cuenta en *Teorías sociológicas desde la Segunda Guerra Mundial*.

Tipo puro	Meta-fin (expectativa o fundamento último de la conducta)	Fin (principio orientador de la conducta)	Factor: (representación sobre la relación valores/nanotecnologías)	Medio (conducta para el logro del fin, condicionada por el factor)	Consecuencia o efecto	Representante empírico (acción concreta)
Nanotecnologías como vehículo de salvación	Trascendencia mundana expresada en la construcción de un nuevo orden social	Perfeccionamiento <i>en el</i> orden social presente	Autonomía nanotecnológica (determinismo tecnológico relativo) ↓ Neutralidad valorativa relativa de las nanotecnologías	Acción voluntarista ↓ Acción como medio para el <i>perfeccionamiento en el</i> orden social presente	Nanotecnologías son instrumento para la acción para la acción (medio de segundo grado) ↓ Nanotecnologías como vehículo de salvación porque posibilitan el perfeccionamiento en el orden social actual	Álvaro Mombrú
Nanotecnologías como vehículo de condenación		Superación <i>del</i> orden social presente	Heteronomía nanotecnológica (determinismo social) ↓ Nanotecnologías remiten a contexto/estructura	Acción constreñida por contexto/estructura y por nanotecnologías (sociedad unidimensional) ↓ Acción negada porque es obstáculo para la <i>superación del</i> orden social presente	Nanotecnologías como vehículo de condenación porque obstaculizan la superación del orden social actual	Enildo Iglesias

Cuadro 4: Tipologías A1 y A2.

## 6.2 Las posturas optimista y pesimista frente a las nanotecnologías

El impulso por trascender tiempo y espacio sigue siendo una cuestión central en la vida de los hombres contemporáneos; pero ahora ésta proyección tiene a la indeterminación como característica principal. Un viejo principio nacido al abrigo del Iluminismo continúa estructurando todo proyecto de comunidad: la igualdad social. Proyección hacia el futuro que se experimenta con contenido difuso y tiempo sin temporalidad. Es un principio que no puede ser descrito con claridad, porque sencillamente a lo largo del siglo XX se ha ido vaciando de contenido. ¿Qué cuerpo puede existir sin materia? ¿Cómo puede alguien referir a un objeto sin remitir a su sustancia, más que adjetivándolo de forma vaga, difusa e indeterminada?

Desde este punto de vista, tanto Mombrú como Iglesias, aun cuando se ven imposibilitados para especificar el carácter concreto que tomaría un nuevo orden, tienen en la igualdad social un principio estructurante que los orienta a superar aquello que consideran es un estado de *participación injusta o inmerecida* por parte de algunos integrantes de la comunidad. Tal como queremos mostrar aquí, este es el punto de partida para comprender por qué las nanotecnologías son posicionadas, nuevamente, de forma distinta por Mombrú e Iglesias. Analicemos ambos casos.

Mombrú persigue la *igualdad social 'en el' capitalismo perfeccionado*; lo que significa que incluso aun concibe deficiencias al interior del modelo socio-económico, considera posible –y deseable– establecer la igualdad en él. Presentando conformidad con el desenvolvimiento del modelo en sí mismo –ya sea definitivo, ya sea provisorio– Mombrú manifiesta disconformidad con las consecuencias que produce; por lo que busca soluciones funcionales y paulatinas a los defectos, pero no la superación radical del modelo socio-económico.

En el momento en que se pretende la *igualdad social en el capitalismo perfeccionado* se establece –por *afinidad electiva*– adscripción a una representación colectiva referida a la agenda de I+D+i nanotecnológica, a saber, la existencia de *autonomía* –entendida como *autodeterminación* y *libertad*– en la definición de la agenda nanotecnológica en los países subdesarrollados. Más específicamente, esto significa la posibilidad de concebir una agenda tecnológica organizada endógenamente, independientemente del origen de los recursos financiadores (inversiones).

Es así que Mombrú encuentra en factores endógenos las causas del sentido, dirección y velocidad que posee la I+D+i nanotecnológica local. Esto implica que tanto las posibilidades como las restricciones a la hora de elaborar una agenda orientada a superar la desigualdad social dependen, esencialmente, de las ‘decisiones’ tomadas en el ámbito local. De forma tal que cambio tecnológico y cambio social se asocian positivamente.

Bajo este esquema, se asigna centralidad al mercado y a la competitividad, pues expresan los objetivos inmediatos a los que debe orientarse la I+D+i nanotecnológica. Ante la búsqueda de igualdad social, y al concebir la autodeterminación local para la construcción de la agenda nanotecnológica, se encuentra en el mercado un medio para el fin. De manera más clara, la I+D+i nanotecnológica se posiciona como estratégica para incrementar la competitividad económica en el mercado mundial, porque Mombrú entiende que con ello se obtiene un saldo –económico– positivo que puede ser transferido a la sociedad, en particular, para revertir ciertas asimetrías.

De lo anterior se desprende, en primer lugar, que Mombrú tiene fe en los beneficios (transferencias) que el mercado podría generar a la sociedad; y, en segundo lugar, que cierto nivel de producción de bienes –y conocimientos– nanotecnológicos posibilitaría que la economía local sea más competitiva en el mercado internacional. De manera que la I+D+i nanotecnológica se orienta a obtener ventajas comparativas en el mercado global de bienes (menor costo relativo respecto a otros países).

La condición de país subdesarrollado sumada a la desventaja que le genera sus pequeñas dimensiones relativas –tanto en el ámbito geográfico, demográfico como productivo– obliga a Uruguay a investigar, desarrollar e innovar estratégicamente en tecnologías; esto es, buscar “nichos” de mercado. En otros términos, el país sólo puede generar recursos, factibles de redistribución al conjunto de la sociedad, si se investiga, desarrolla e innova estratégicamente en áreas que compitan en el mercado internacional.

Además de lo anterior, y de forma complementaria, para Mombrú la I+D debe dirigirse a innovar en aplicaciones concretas para uso local; lo que tiene como correlato la presión a la sustitución de bienes importados de mayor costo, y como consecuencia, de difícil acceso para los más pobres. Ahora bien, al igual que la I+D+i orientada a las ventajas comparativas, el mercado es un factor decisivo cuando el desarrollo nanotecnológico se dirige a la generación de aplicaciones concretas. Desde esta perspectiva, la I+D+i nanotecnológica nuevamente tiene como saldo la reducción de desigualdades existentes.

De acuerdo a esta perspectiva, el desarrollo de las capacidades cognitivas y materiales es la piedra angular de todo proceso innovador. Ya sea que se busque incrementar la competitividad o producir aplicaciones concretas para uso local, la generación de conocimientos (*know how*) siempre es imprescindible. Nuevos conocimientos tienen como correlato nuevos bienes. Pero, no debe perderse de vista que incluso cuando Mombrú promueve el desarrollo de

capacidades cognitivas y materiales, ello es motivado por el fin último que persigue su acción: la igualdad social.

En suma, como vimos, Mombrú muestra disconformidad con los efectos orden socio-económico actual, pero en el fondo no con el modelo en sí mismo. Además, hicimos notar que desde su postura se posiciona la I+D+i tecnológica como instrumento para alcanzar mayor competitividad en el mercado, y consecuentemente, mayor riqueza a ser distribuida. Hecho que sería potenciado por la generación de aplicaciones concretas para uso local, de menor costo. Como resultado, Mombrú estimula la I+D+i nanotecnológica local.

En cuanto posibilita la el logro de la igualdad social *en el orden socio-económico presente* llamaremos a esta tipología *postura optimista frente a las nanotecnologías*.

Analicemos ahora que sucede en el caso de Enildo Iglesias. En contraste con Mombrú, en Iglesias la *igualdad social en el capitalismo superado* constituye el principio orientador de la acción, su fundamento. Ahora no se muestra conformidad con el orden socio-económico presente, pues no se acepta ni en su desarrollo ni en sus consecuencias. Las soluciones funcionales y paulatinas no son suficientes porque los defectos del modelo son estructurales en lugar de coyunturales.

Al proponerse superar *radicalmente* el orden socio-económico se adscribe –por afinidad electiva– a una representación colectivo en la que se toma por heterónoma la definición de la agenda de I+D+i nanotecnológica de los países subdesarrollados. Ahora, en lugar de concebir la autodeterminación nacional, se *subordina* la agenda de I+D+i a factores exteriores, exógenos al ámbito local. Así, Iglesias encuentra en las empresas transnacionales el argumento último de la agenda nanotecnológica uruguaya. De manera que halla en factores exógenos las causas de su sentido, dirección y velocidad, así como de las restricciones para elaborar una agenda orientada a superar la desigualdad social nacional. De esta forma, cambio tecnológico y cambio social se vinculan negativamente.

Iglesias relaciona dependencia tecnológica con dependencia política, económica y cultural. La subsunción a lo exterior es total, por lo que la autonomía local es prácticamente inexistente. Bajo esta óptica, la condición de país subdesarrollado, sumado a la debilidad que genera la pequeña dimensión relativa, posiciona a Uruguay como una nación que remite a un contexto/estructura exógeno. Por eso, en lugar de ser entendida como estrategia capaz de beneficiar al país, la I+D+i local es vista como mecanismo que consolida el *statu quo*. Fundamentalmente, Iglesias entiende que las inversiones para la I+D+i local siempre retornan a su origen exógeno (transnacionales o multinacionales), sea como flujo de utilidades o como flujo de capacidades (“fuga de cerebros”).

Al perseguir la igualdad social en una situación de subordinación de la agenda tecnológica, Iglesias rechaza la competitividad económica en el mercado global a partir de la producción de bienes nanotecnológicos. La competitividad, con base en las nanotecnologías, no transfiere los beneficios (utilidades) al conjunto de la sociedad, puesto que, en última instancia, la agenda misma responde a mandatos estructurales que condicionan que ello sea posible. Incluso la I+D+i direccionada a la producción de aplicaciones concretas, para uso local, responde a este esquema.

De manera tal que para Iglesias la innovación generada en Uruguay constituye un nodo de una red global de innovaciones tecnológicas, caracterizada por la alta movilidad de factores (trabajo y capital). Se entiende que el país participa de un proceso global de innovaciones, estimulado y liderado por las corporaciones transnacionales y las naciones más desarrolladas. Por lo tanto, las nanotecnologías –y el know how vinculado a ellas– se generan en un ámbito siempre desfavorable para los países menos desarrollados.

Incluso cuando las innovaciones son enteramente locales (en concepción y en financiación) ellas no generarán beneficios al país porque se trata de innovaciones expuestas a un sistema

internacional de patentes siempre desfavorable para las naciones más pobres. Entonces, o la I+D+i es determinada exógenamente, o de existir endógena genera resultados que no interfieren en el mercado global de bienes (no presentan competitividad).

Lo que interesa destacar es que desde esta perspectiva, a fin de cuentas, el país nunca se beneficia de la I+D+i endógena, como resultado de que ello siempre se inscribe en un contexto de dependencia tecnológica estructural. A fin de cuenta, en tanto la I+D+i en países subdesarrollados es funcional al contexto estructurante siempre consolidando la situación de subdesarrollo.

Iglesias concibe al sistema de patentes como un instrumento para la concentración –oligopolica– del desarrollo tecnológicos y, consecuentemente, de afianzamiento de la dependencia de las naciones subdesarrolladas. De esta manera, la I+D+i nanotecnológica o es insignificante para la sustitución de importaciones o es parte de la descentralización estratégica –orientada a incrementar la rentabilidad a partir de la reducción de costos– practicada por las multinacionales (fragmentación global de la producción tecnológica). Así la desconcentración geográfica de la producción nanotecnológica responde a la concentración internacional del capital.

Desde esta postura, la situación descrita elimina cualquier posibilidad de que el desarrollo nanotecnológico nacional se traduzca en la reducción de las asimetrías sociales existentes; por el contrario, más bien las mantiene o amplifica. En pocas palabras, la I+D+i nanotecnológica endógena no puede responder a la reducción o eliminación de las asimetrías socio-económicas. En tanto es un obstáculo para el logro de la igualdad social Iglesias desestimula la I+D+i nanotecnológica local. Para él, las asimetrías son estructurales y las nanotecnologías no hacen más que reproducirlas o profundizarlas en el tiempo. Las nanotecnologías son funcionales a mantener los lazos de dominación estructural: dominación tecnológica es dominación política, económica y cultural. Por eso, más que concebirse como un medio para generación de oportunidades, se las tiene como instrumento que osifica el status de subdesarrollo.

En suma, Iglesias rechaza la existencia de beneficios por innovar, investigar y desarrollar nanotecnologías en Uruguay porque inscribe la agenda nanotecnológica local en un contexto/estructura causante de las contradicciones (desigualdades) sociales. La I+D+i en un país subdesarrollado, y con algunas características específicas como las de Uruguay, no logra más que consolidar el contexto que hace de la desigualdad social algo persistente en el tiempo. Las “buenas intenciones” no son suficientes para revertir el *statu quo*. El contexto está demasiado omnipresente como para que las nanotecnologías puedan orientarse a la igualdad social. O lo que quizás es más preciso decir, las nanotecnologías son parte de un ámbito mayor que por sí mismo genera asimetrías sociales. Es por este motivo que Iglesias desestimula la I+D+i nacional en nanotecnologías.

En cuanto la I+D+i local obstaculiza el logro de la igualdad social *en el* orden social presente *superado* llamaremos a esta tipología postura pesimista frente a las nanotecnologías.

Tipo puro	Fin (principio orientador de la conducta)	Factor: (representación sobre la determinación de la agenda de I+D+i nanotecnológica local)	Medio (conducta para el logro del fin, condicionada por el factor)	Consecuencia o efecto	Representante empírico (acción concreta)
Postura optimista frente a las nanotecnologías	Igualdad social en el capitalismo perfeccionado	Autonomía en la agenda local I+D+i nanotecnológica (autodeterminación y libertad)	Competitividad, efectivizada por las nanotecnologías, y producción de aplicaciones para uso local como medio para la igualdad social	Se estimula la I+D+i local en nanotecnologías, porque viabiliza el logro de la igualdad social <i>en el capitalismo perfeccionado</i>	Álvaro Mombrú
Postura pesimista frente a las nanotecnologías	Igualdad social en el capitalismo superado	Heteronomía en la agenda local de I+D+i nanotecnológica ↓ Agenda de I+D+i nanotecnológica remite a contexto/estructura	Competitividad, efectivizada por las nanotecnologías, limitada por contexto/estructura (relación centro-periferia) ↓ Competitividad y nanotecnologías negados porque son obstáculo para la igualdad social	Se desestimula la I+D+i nacional en nanotecnologías, porque no es un vehículo el logro de la igualdad social <i>en el capitalismo superado</i>	Enildo Iglesias

Cuadro 5: Tipologías B1 y B2.

### 6.3 Afinidad entre tipologías

Como resultado de nuestro trabajo hemos elaborado en el punto anterior dos pares de tipologías, para finalizar sostenemos que es posible relacionarlas en torno a cada representante empírico. Con mayor precisión, decimos que cada una de las dimensiones que define a los tipos ideales, esto es, metas que persigue la acción, factores, conductas propiamente dichas y consecuencias de estas, son factibles de vinculación para las tipologías que refieren por un lado a Mombrú y por otro lado a Iglesias. En concreto, en primer lugar, afirmamos que quien tiene a las nanotecnologías por *vehículo de salvación* adscribe a la *postura optimista*. Cuando Mombrú concibe a las nanotecnologías como vehículo de salvación también encuentra en la I+D+i nanotecnológica local un medio para el logro de la igualdad social en el orden social presente perfeccionado. En segundo lugar, observamos que cuando las nanotecnologías son concebidas como *vehículo de condenación* se tiene afiliación a la *postura pesimista* frente a las nanotecnologías. De manera que al tiempo que Iglesias asume que las nanotecnologías son vehículo de condenación y sufrimiento encuentra en la I+D+i nanotecnológica local un obstáculo para el logro de la igualdad social, pero ahora en el orden social presente superado.

A fin de cuenta, lo que conduce a que los posicionamientos de Mombrú e iglesias sean los mencionados es que adscriben a representaciones colectivas distintas.

Meta-fin	Trascendencia mundana expresada en la construcción de un nuevo orden social	
Fin	Perfeccionamiento <i>en el orden social presente</i>	Igualdad social en el capitalismo perfeccionado
Factor	Autonomía nanotecnológica (determinismo tecnológico relativo)	Autonomía en la agenda local I+D+i nanotecnológica local
Medio	Acción voluntarista - Acción como medio para el <i>perfeccionamiento en el orden social presente</i>	Competitividad, efectivizada por las nanotecnologías, y producción de aplicaciones para uso local, como medios para la igualdad social.
Consecuencia	Las nanotecnologías como <i>vehículo de salvación</i>	Estímulo a la I+D+i local en nanotecnologías

**Cuadro 6:** Tipologías A1 y B1. Representante empírico: Álvaro Mombrú

Meta-fin	Trascendencia mundana expresada en la construcción de un nuevo orden social	
Fin	Superación <i>del orden social presente</i>	Igualdad social en el capitalismo superado
Factor	Heteronomía nanotecnológica (determinismo social)	Heteronomía en la agenda local de I+D+i nanotecnológica
Medio	Acción constreñida por contexto/estructura y por nanotecnologías Contexto, nanotecnologías y acción negados porque son obstáculo para la <i>superación del orden social presente</i>	Competitividad limitada por contexto/estructura Competitividad y nanotecnologías negadas porque son obstáculo para la igualdad social
Consecuencia	Las nanotecnologías como <i>vehículo de condenación</i>	Desestímulo a la I+D+i nacional en nanotecnologías

**Cuadro 7:** Tipologías A2 y B2. Representante empírico: Enildo iglesias

De forma que cada par de tipología podría interpretarse como fuerzas que estarían actuando –en sentido opuesto– para estimular y desestimar la I+D+i nanotecnológica en Uruguay. En suma, estas interpretaciones podrían ser el punto de partida para comprender el cambio nanotecnológico en el país. Esas fuerzas son una porción de una infinidad de relaciones causales, que por la complejidad que encierran es imposible abrazar en un solo estudio.

De la puja de múltiples acciones y reacciones resulta la fuerza ganadora; y en ello participan un sinnúmero de factores que requerirían ser analizados. Todos estos elementos podrían llegar a ser –y seguramente lo sean– tan o más importantes que los expuestos por nosotros a la hora de comprender el cambio nanotecnológico en Uruguay. Como ya se ha dicho, el nuestro intenta ser un pequeño aporte en esta dirección, pero en absoluto pretender agotar la discusión sobre el tema.

## 7. Consideraciones finales

Por lo actuales, novedosas y controvertidas encontramos en las nanotecnologías un tema de interés para nuestra monografía de grado. Conforme avanzábamos en su elaboración otros asuntos fueron surgiendo. Las nanotecnologías no dejaron de ser el tema central, pero viejas discusiones metodológicas y epistemológicas propias del pensamiento sociológico emergieron para darle forma al trabajo. Acudimos al programa de Jeffrey Alexander porque en su síntesis encontramos el punto de partida para elaborar un esquema conceptual que nos permitiera abordar el nivel discursivo de la acción social. Basándonos en el clásico sistema parsoniano, propusimos un modesto modelo que le otorga autonomía a la cultura, asignándole un rol estructurante sobre la acción humana tanto en el ámbito subjetivo como colectivo.

Nos basamos en los aportes metodológicos de Max Weber para construir dos pares de tipologías polares. Estos instrumentos nos posibilitaron comprender los discursos que dos sujetos concretos elaboran sobre las nanotecnologías. De manera que las acciones tipificadas constituyeron fórmulas interpretativas para comprender, interpretando, el sentido que subyace a los motivos declarados.

Supusimos que las nanotecnologías se erigen como una narrativa que se estructura en torno a una lógica de oposición binaria. También sostuvimos que el discurso se inserta en una narrativa preexistente sobre las tecnologías. De forma que los emisores siempre se identifican de alguna manera con la estructura argumental: un inicio vinculado a otras tecnologías; un desarrollo que describe orden social con tensiones y del que son parte los emisores, y, por último, un desenlace que se proyecta en la superación del orden social.

Dijimos que las nanotecnologías siempre se piensan en relación a un meta-fin que responde al impulso humano por trascender la vida; lo que se expresa como la *superación del orden social presente* o como su *perfeccionamiento*. La acción siempre busca superar el orden vivenciado, sin embargo, representaciones dicotómicas coadyuvan para que los sujetos posicionen de forma diferencial su acción y, con ello, a las nanotecnologías.

Por otro lado, afirmamos que los hombres continúan anhelando viejos principios de la Ilustración, aún cuando estos se han vaciado de contenido, tornándose indefinidos e imprecisos. Desde esta perspectiva, las nanotecnologías se organizan en torno a una expectativa común: el logro de la igualdad social. Toda acción persigue este principio, pero –nuevamente– representaciones dicotómicas determinan posicionamientos disímiles sobre el lugar que han de tener las nanotecnologías en contexto de subdesarrollo, o lo que es más preciso, el lugar asignado a la agenda de I+D+i nanotecnológica local.

Porque eran personas fuertemente vinculadas a las nanotecnologías, pero asumían roles en torno a ellas eran muy disímiles, encontramos en Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias dos representantes concretos para ilustrar y dar contenido empírico a las tipificaciones.

Concluimos el trabajo relacionando pares de tipologías. Dijimos que Mombrú al tiempo que concibe a las nanotecnologías como *vehículo de salvación* adscribe a la *postura optimista*; y que Iglesias al tiempo que define a las nanotecnologías como *vehículo de condenación* muestra afiliación por la *postura pesimista*.

En fin, hemos intentado dar prueba de que el pensamiento sociológico ha de ser más rico si no lo limitamos a un criterio de demarcación popperiana (falsabilidad de las teorías). Se requiere elevar al plano de lo explícito, racional, abstracto y formalizado, aquellos procesos cognitivos que en los estudios, generalmente, se nos presentan de forma implícita y excesivamente estandarizados. Este trabajo pretende ser, en parte, una reivindicación en este sentido. Estamos convencidos de que las ciencias sociales, y en particular la sociología, no pueden limitarse meramente a la validación de regularidades estadísticas. Indudablemente, no renunciamos a ello, lo que decimos es que la interpretación del sentido de la acción es indispensable si lo que

se quiere es comprenderla. A la calculabilidad de la conducta debe antecederle la interpretación. Debemos estar atentos a la imposición de criterios monopólicos de objetividad científica que surgen de convicciones particulares, pero que con el tiempo, y por distintos intereses, se han instituido como universales. La sociología debe consistir en proponer argumentos con cierto grado de verosimilitud y plausibilidad, haciendo de las relaciones sociales concretas algo más comprensible.



# Anexo



## A. Anexo teórico

### A1. Biografía de Álvaro Mombrú y Enildo Iglesias

#### Álvaro Mombrú



Uruguayo, Magíster en Química, Facultad de Química, Universidad de la República (UdelaR), 1991. Master of Philosophy (MPhil) en Química del Estado Sólido, School of Chemistry and Molecular Sciences, University of Sussex, Brighton, Reino Unido, 1995. Doctorado en Física, PEDECIBA Física, Facultad de Ciencias, UdelaR, 1999. Profesor Catedrático de Física, Facultad de Química. Director del Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química, UdelaR, desde septiembre de 2007. Director del Departamento de Estructura de la Materia y sus Aplicaciones, DETEMA, Facultad de Química, desde abril de 2006. Consejero Titular de Facultad de Química, orden docente, desde 2006. Investigador honorario, Grado 5 del PEDECIBA.

Responsable de varios proyectos de investigación. Autor de más de 70 publicaciones en revistas internacionales y una patente registrada en más de 25 países, ya licenciada. Premio Weizmann de Ciencias 1991, Áreas Química, Bioquímica y Biofísica, de la Asociación de Amigos Uruguayos del Instituto Científico Weizmann. Premio Canning 1992, de la Embajada Británica en el Uruguay. Mención Especial llamado 1999 Premio CONICYT-TWAS, Área Química. Fondo Nacional de Investigadores, nivel I (1999) y nivel II (2002). Premio Roberto Caldeyro Barcia 2000, Área Química. Mención Especial llamado 2000 Premio Especial de Ciencias Roberto Caldeyro Barcia. Primer premio, 4th World Congress on Tissue Banking, Brasil, 2005, Primer premio, 5º Congreso Iberoamericano de Sensores, Ibersensor 2006, Uruguay, 2006, Segundo premio, III Encuentro Latinoamericano de Bancos de Tejidos, México, 2007, todos con otros coautores. Delegado Titular de la UdelaR ante el Comité Académico de Nanociencias y Nanotecnología de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo. Evaluador de proyectos a nivel internacional y de artículos en revistas especializadas.

## Enildo Iglesias



Fue empleado de Peugeot-Monteado en la década de 1950, donde comenzó a participar en el Sindicato de Mecánicos, Metalúrgicos y Afines (SUMMA). En los años 60 ocupó la presidencia de la Industria del Tabaco y de la Unión Sindical de Trabajadores de la Industria Alimenticia (USTIA). Representó a la USTIA durante la 4ª Conferencia Regional de UITA, en 1967. Desde esa fecha fue secretario regional de la UITA hasta el 2000. Actualmente sigue vinculado a la UITA de forma honoraria.

### A2. G-Nanotec-Uy y la UITA

#### G-Nanotec-Uy

- a. *Grupo Nanobiología*, Departamento de Proteínas y Ácidos Nucleicos, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 7). Estudia los mecanismos para ingresar al núcleo de una célula a partir de nanotubos naturales; esto permitiría incrementar la eficacia y eficiencia de los fármacos (Artigas, 2008: 6).
- b. *Grupo NanoMat*, Laboratorio de Cristalografía, Estado Sólido y Materiales, Departamento de Químico-Física y Matemática (*Grupo NanoMat*) de la Facultad de Química, UdelaR. Está orientando sus trabajos de investigación y aplicación de nanotecnología en la creación de nuevos materiales. Una de sus líneas dio como resultado el desarrollo y la patente de grafito magnético. Una de sus posibles aplicaciones es en medicina (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 7). El equipo del Polo Tecnológico de Pando se trabaja en dispositivos para almacenamiento de energía solar. Además se estudia la elaboración de pieles sintéticas con el objetivo de ayudar a regenerar el tejido (Artigas, 2008: 6).
- c. *Laboratorio de Biomateriales*, Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias, UdelaR. Se está trabajando en nanotecnología desde la fisicoquímica; estudia las interacciones en-

tre las moléculas, y las propiedades electroquímicas de las biomoléculas (proteínas). Se están sintetizando nanopartículas y modificando sus superficies de forma tal que puedan ser absorbidas por fármacos y biomoléculas (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 7).

- d. *Unidad de Bioquímica Analítica*, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, UdelaR. estudia la exposición de los residuos aminoacídicos en la superficie del citocromo C y su interacción con otras superficies por medio de la teoría fractal, desarrollo de sensores de ADNds y de inmunosensores anti PSPB (proteína de la preñez bovina) para su utilización en el desarrollo de biosensores de uso analítico (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 7).
- e. El *Área de Radiofarmacia* se desarrolla en el Centro de Investigaciones Nucleares de Facultad de Ciencias, UdelaR (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 7). Se trabaja en la incorporación de receptores en moléculas que permiten localizar y marcar tumores (Artigas, 2008: 6).
- f. En el *Laboratorio de Física del Estado Sólido* del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería, UdelaR se están realizando investigaciones en el campo de nuevos materiales. Se está intentando desarrollar nanohilos de diferentes metales (cobre, plata, níquel, seleniuro de cadmio) como conectores para fabricar circuitos integrados (Pereyra, Mariana; en Chiacone, Chimuris y Garrido, 2007: 8). También se están desarrollando materiales para la captación de energía solar (Artigas, 2008: 6).

## UITA/Rel-UITA

La UITA es una federación internacional de sindicatos de trabajadores de la agricultura y plantaciones, de la preparación y procesamiento de comidas y bebidas, de hoteles, restaurantes y servicios de comidas, y todas las fases de la producción y procesamiento del tabaco. Fue fundada en 1920, y al día de hoy la federación está conformada por 336 sindicatos y 12 millones de trabajadores de 120 países (Foladori e Invernizzi, 2008: 82). Uruguay es uno de ellos.

La organización tiene su Secretaría General en la ciudad de Ginebra, Suiza y, la Secretaría Regional Latinoamericana (*Rel-UITA*) en la ciudad de Montevideo.

Entre las mayores acciones realizadas por la UITA, en el cuestionamiento a la implementación de las nanotecnologías, se encuentra la resolución que surge del 25° Congreso Mundial de la UITA en marzo de 2007 (Ginebra, Suiza). Cabe destacar que, dicha resolución responde a la ratificación de lo propuesto en 2006 por la Regional Latinoamericana de la federación:

La Secretaria Regional Latinoamericana de esta federación (Rel-UITA) se reunió en octubre de 2006 en Santo Domingo [donde] emitió una resolución sobre nanotecnologías. En sus términos generales la declaración llamó a la discusión pública, advirtiendo que se estaba introduciendo en el mercado productos con nanocomponentes antes que la sociedad civil y los movimientos sociales tuviesen tiempo para evaluar sus posibles implicancias económicas, ambientales, sociales y en la salud. Además, la declaración advertía sobre la necesidad de no dejar en manos de "expertos" una discusión que implicará profundos cambios sociales (Foladori e Invernizzi, 2008: 82).

### Resolución de la UITA (25° Congreso mundial de la UITA. Ginebra, marzo de 2007)

1. Movilizar a nuestras organizaciones afiliadas instándolas a debatir con el resto de la sociedad y los gobiernos las posibles consecuencias de la nanotecnologías.

2. Reclamar de los gobiernos y los organismos internacionales que corresponda, la aplicación del Principio de Precaución, prohibiendo la venta de alimentos, bebidas y forrajes, así como todos los insumos agrícolas que incorporen nanotecnología, hasta que se demuestre que son seguros y se apruebe un régimen regulatorio internacional específicamente diseñado para analizar esos productos.
3. Exigir a las oficinas nacionales e internacionales de patentes como la Organización mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la suspensión del otorgamiento de patentes relacionadas con la nanotecnología en la industria de la alimentación y la agricultura, hasta que los países afectados al igual que los movimientos sociales, puedan realizar una evaluación sobre sus impactos.
4. Exigir a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la actualización del Codex Alimentarius, tomando en cuenta el uso de nanotecnología en la alimentación y la agricultura.
5. Reclamar a la OMS el inicio de estudios a corto y largo plazo sobre los potenciales efectos de la nanotecnología –especialmente de las nanopartículas– sobre la salud de los técnicos y obreros que las producen, usuarios y consumidores.
6. Solicitar a la Organización Internacional del Trabajo (OIT) un estudio urgente de los posibles impactos de la nanotecnología en las condiciones de trabajo y empleo en la agricultura y en la industria de la alimentación. Finalizado el estudio deberá convocarse lo más rápido posible, una Conferencia Tripartita sobre el tema.

## B. Anexo metodológico

### B.1 Fiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos

En lo que sigue nos centraremos en el análisis de fiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos.

**Fiabilidad:** Se dice que “un procedimiento de medida es fiable en el grado en que las medidas de un fenómeno dan resultados similares” (Latiesa, 2005: 417)<sup>85</sup>. La fiabilidad de un instrumento de recolección de datos debe ser analizada en base a su aplicabilidad; para ello se requiere de las siguientes pruebas:

- (a) *Prueba de estabilidad:* Consiste en aplicar el mismo instrumento en distintos momentos del tiempo con el objetivo de comparar las variaciones (inestabilidad) de los resultados obtenidos. El instrumento es fiable si se consiguen los mismos resultados en las distintas aplicaciones.

Para la entrevista semiestructurada se requerirá que se la aplique a los mismos representantes empíricos con intervalo de tiempo, en idénticas condiciones contextuales. Pero esta prueba plantea problemas que provienen de su aplicación. En primer lugar, no resulta nada fácil establecer cuándo las diferencias de resultados se deben a “cambios reales o cambios debidos al azar” (de coyuntura, de procedimiento, etc.) (Latiesa, 2005: 424). Significa que se corre riesgo de interpretar las variaciones como producto de error por aplicación del instrumento (inestabilidad) cuando de hecho se deben a modificaciones ‘reales’ en lo declarado por el entrevistado, o a la inversa. En el primer caso se subestima la fiabilidad del instrumento, en el segundo, en cambio, se sobrestima. En segundo lugar, también podría suceder que al conocer el contenido de lo preguntado el entrevistado modifique su respuesta en la nueva consulta. Además, como es sabido, realizar dos veces la misma entrevista a los mismos sujetos es en la práctica extremadamente engorroso.

En el caso de los documentos escritos, también se debería generar el registro en distintos momentos del tiempo. Ahora bien, la dificultad para establecer este tipo de prueba ahora es mayor, fundamentalmente debido al nulo control que se posee sobre la generación de la información (discurso). En primer lugar, debería indagarse los procedimientos utilizados por quienes recogieron la información de ‘primera mano’. Pero este procedimiento es descartado por lo dificultoso que se torna. En segundo lugar, debemos asegurarnos de recolectar toda la información referida a nuestro universo de análisis. Y podemos decir que hemos procedido en este sentido; lo que no quiere decir que existan documentos escritos de los que desconocemos su existencia.

- (b) *Prueba de equivalencia:* Consiste en aplicar a la misma persona distintos instrumentos, de forma paralela –simultáneamente o no–, con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos. Aun cuando los ítems de los instrumentos son distintos ellos tratan de medir la misma característica (equivalencia). Se dirá que el instrumento es fiable si en la contrastación se consiguen los mismos resultados; por el contrario, “la diferencia de la respuesta será la medida de error” (Latiesa, 2005: 426).

<sup>85</sup> La fiabilidad da cuenta de la presencia de *errores de tipo aleatorio* en el instrumento de recogida de datos: “El error aleatorio obedece al azar, es debido a las situaciones *coyunturales* que hemos descrito de la persona, de la situación, del procedimiento de medida, etc. Y afecta la fiabilidad” (Latiesa, 2005: 415).

Nuestro diseño de investigación prevé el uso de técnicas e instrumentos combinados (triangulación) –en principio concebidos para dar cuenta de las dos modalidades discursivas–. Claramente estos instrumentos no pueden considerarse equivalentes, pero en tanto la obtención de formas paralelas es el problema más complejo al que se enfrenta esta prueba, nos conformaremos con la triangulación de los instrumentos mencionados. Así, una aproximación a una prueba de equivalencia surge de comparar, para cada representante empírico, los resultados obtenidos a través del guión de entrevista y el registro de documentos escritos. En este sentido, es plausible sostener que la información que se desprende de la aplicación de ambos instrumentos es ‘equivalente’, por lo que diremos que los dos instrumentos son fiables: ambos miden lo mismo<sup>86</sup>.

Además, en el caso de la entrevista, el cruzamiento permite ‘controlar’ el error causado por la presencia del entrevistador en las declaraciones del interrogado (sesgo).

Al igual que en la *prueba de estabilidad*, la *prueba de equivalencia* presenta dificultades. También aquí se torna difícil diferenciar los errores aleatorios de los rales (sistemáticos), hecho que afecta a la definición de la fiabilidad.

- (c) *Prueba de consistencia interna*: Busca evaluar la consistencia interna de un mismo instrumento mediante la incorporación de grupos ‘distintos’ de ítems que registren las mismas características. El instrumento es fiable cuando información recabada presenta coherencia o consistencia para las mismas características recogidas de forma distinta. En el caso concreto del guión de la entrevista semiestructurada ‘no’ se consideró un diseño que permita evaluar el grado de consistencia en lo declarado por el entrevistado; fundamentalmente porque la flexibilidad de este tipo de entrevistas dificulta incorporar ítems que lleven al entrevistado a replicar respuestas. La misma flexibilidad que constituye un atributo positivo de la entrevista semiestructurada a la hora de captar el discurso es un obstáculo cuando se quiere evaluar la consistencia interna de la técnica.
- En lo que respecta al registro de documentos, debe tenerse presente las mismas aclaraciones que las hechas para el punto (a).

**Validez**: El análisis de validez de un instrumento pretende, en términos generales, “determinar el modo en que la ‘realidad’ queda reflejada en la medida que hacemos de ella” (Latiesa, 2005: 417). La validez de todo instrumento de recolección de datos deriva de determinar que la información recabada por él es la que en efecto queremos recabar –es decir, esa información responde a las categorías de registro/análisis–. Si lo que se mide es lo que se quiere medir, entonces, el instrumento es válido. El grado de validez logrado está relacionado con la existencia de errores en el diseño del instrumento: errores de tipo sistemáticos<sup>87</sup>. Este análisis se basa en tres tipos de evidencia: de contenido, de criterio y de constructo<sup>88</sup>.

- (a) *Validez de contenido*: Busca conocer en qué grado el instrumento contempla todos los ítems (categorías de registro/análisis) que conforman el universo temático. Tiene que ver con la relevancia o pertinencia del instrumento para medir lo que se quiere medir.

<sup>86</sup> Para dicha prueba no se utiliza ningún coeficiente de equivalencia o fiabilidad, simplemente se desprende del análisis de los datos (codificación y segmentación de datos).

<sup>87</sup> Este tipo de error “influye estructuralmente en la característica objeto de medida y aunque muchas veces pasa inadvertido al investigador, afecta la validez” (Latiesa, 2005: 416).

<sup>88</sup> Esta clasificación de los tipos de validez no es la única existente, el número y tipo varía de acuerdo a la bibliografía consultada. Pero siguiendo a Latiesa (2005) diremos que esta es la clasificación que recibe mayor aceptación.

Las entrevistas fueron concebidas de forma tal que el guión cubra, a priori, la totalidad de los temas tratados; no obstante, debe tenerse presente que el grado de adecuación entre el universo temático y los ítems está condicionado por la subjetividad que el analista imprime en el proceso interpretativo realizado en el análisis del discurso.

Un procedimiento óptimo de validación exigiría testear previamente los ítems incluidos en el guión de entrevista, pero el interés de centrarnos únicamente en dos sujetos concretos tiene como consecuencia que el pretest sea, en la práctica, inviable.

Al igual que en el guión de entrevistas, la *validez de contenido* del registro de documentos está determinada por la subjetividad del investigador. Pero en este caso no se elaboran previamente ítems que representen al universo de contenido; siquiera se puede sospechar el grado en que el instrumento contempla todos los ítems hasta que no sea realizado por entero el análisis del discurso. Ahora bien, la *validez de contenido* no se desprende de comprobar que, en cada documento, el instrumento atiende todos los ítems del universo temático –para cada representante empírico–, sino que se desprende de observar que, en el conjunto de documentos, están presentes las categorías que representan ese universo. La idea que subyace a esta afirmación es la de reconstrucción del discurso: el conjunto de documentos reconstruye el discurso escrito de cada representante; por ello no se espera que en cada documento se agote la totalidad temática. En otros términos, únicamente mediante la agregación de los discursos escritos es posible saber si se está midiendo lo que se quiere medir.

Es posible sostener que existe suficiente evidencia de que ambos instrumentos logran medir lo buscado; por ello diremos que presentan *validez de contenido*.

- (b) *Validez de criterio*: Se pregunta por la utilidad del instrumento a la hora de medir lo que se pretende medir. Esta validez surge de contrastar los resultados conseguidos por el instrumento con los obtenidos por un criterio externo –o de referencia–. Mayor será la *validez de criterio* cuanto mayor sea la relación (correlación) entre ambos resultados; es decir, cuanto más se aproximen los resultados del instrumento al criterio de referencia. A diferencia del caso anterior, “no interesa aquí si se está midiendo algún concepto teórico determinado; lo que interesa es saber si el instrumento de medida es *útil* para medir una conducta en el futuro o en el presente” (Latiesa, 2005: 422)<sup>89</sup>. En nuestro caso, la evidencia de *validez de criterio* se busca por contrastación de los resultados obtenidos mediante el guión de entrevista y el registro documental. De esta manera, cada uno de los instrumentos es ‘criterio de referencia’ para el otro. En concreto, de la comparación de resultados se desprende que se logró conseguir similares resultados a través de la aplicación de los instrumentos; este hecho nos posibilita sostener, en principio, que ambos poseen *fiabilidad de criterio*.
- (c) *Validez de constructo o teórica*: Esta validez busca determinar el grado en que las categorías a partir de las que se recoge la información reflejan las características ‘reales’ de lo relevado. Ello implica una relación entre el esquema teórico general y el instrumento de recolección de datos: “adecuación de la medida del concepto” (Latiesa, 2005: 423). Es decir, se trata de validar los constructos teóricos (conceptos) medidos por el instrumento. Siguiendo la clasificación de Campbell y Fiske (Latiesa, 2005: 423), este tipo de validación se presume de dos tipos de prueba<sup>90</sup>:

---

<sup>89</sup> La validez de criterio puede ser subdividida en “concurrente (ambas medidas se obtienen en el mismo tiempo y predictora (la medida en el criterio es posterior) (Latiesa, 2005: 422); no obstante, con fines prácticos, en el presente trabajo se obviara esa subclasificación.

<sup>90</sup> La validación convergente constituye el argumento central para la *triangulación de datos* (utilización de distintas técnicas e instrumentos de recogida de datos).

- Validación convergente: Diferentes medidas de un concepto proporcionan resultados semejantes. Para comprobarlo es necesario medir el concepto con distintos procedimientos.
- Validación divergente: La medición del concepto se diferencia de otros conceptos. Para comprobarlo es necesario medir con el mismo procedimiento otros conceptos de los que se supone se debe diferenciar el de la investigación.

En términos cuantitativos, ambas pruebas se basan en el análisis de correlación: la primera la busca entre diferentes instrumentos para un mismo concepto/categoría; la segunda espera la ausencia de correlación entre instrumentos iguales para los distintos conceptos/categorías medidos. De esta forma, se quiere probar que el instrumento de recogida de datos es, a la vez, pertinente y útil de acuerdo al esquema teórico propuesto.

En nuestro caso descartamos un análisis de correlación para validar la técnica. Para dar cuenta de la *validación convergente* recurrimos a la triangulación de las dos técnicas mencionadas. La similitud de resultados que se desprende del análisis de los datos nos permite sostener que se logran resultados semejantes mediante las dos técnicas de recolección de datos. En lo que respecta a la *validación divergente*, también se desprende del análisis de los discursos, pero ahora no por comparación entre la información obtenida por las distintas técnicas, sino por la que resulta de la aplicación de cada una de las dos técnicas. Y las observaciones son las mismas que para el caso precedente, es decir: los contenidos por categoría son excluyentes.

En suma, la fiabilidad es condición necesaria, aunque no suficiente, para la validez de un instrumento. Un instrumento puede ser fiable pero no válido; en cambio, no puede ser válido de no ser fiable.

Somos conscientes de que el análisis de validez y confiabilidad es crítico a la hora de sostener la recogida de información en el ámbito de las ciencias empíricas. Sin embargo ambas pruebas, aun cuando pueden describirse de forma sencilla, resultan complejas de realizar en la práctica. De hecho, existen serias dificultades a la hora de dar cuenta de la fiabilidad y validez de todo instrumento de recolección de datos, más aun cuando éstos responden a un diseño cualitativo con un componente fuertemente interpretativo.

## B.2 Guía temática de entrevista

- Caracterización de las nanotecnologías
- Desarrollo de las nanotecnologías en Uruguay
- Implicancias sociales de su producción y consumo
- Conceptualización de 'desigualdad social'
- Consecuencias (actuales y futuras) en la desigualdad social, en el contexto uruguayo

## B.3 Guión de entrevista semi-estructurada

- **Caracterización de las nanotecnologías.**
  - ¿Qué son las nanotecnologías?
  - ¿Qué diferencia a las nanotecnologías de otras tecnologías?
- **Desarrollo de las nanotecnologías en Uruguay.**
  - ¿Cuál es el grado de desarrollo en Uruguay?
  - ¿Qué se está haciendo concretamente?
- **Implicancias en la desigualdad social de la producción y consumo de nanotecnologías**
  - Toda revolución tecnológica ha prometido dar solución a muchos de los problemas sociales, económicos y sanitarios que aquejan a la población mundial, sin embargo, gran parte de ellos no se han logrado resolver (e.g: los transgénicos y la reducción del hambre, la genética y la cura de enfermedades). ¿Podrían las nanotecnologías hacerlo? ¿De qué depende ello?
  - ¿Por qué se debería invertir en Uruguay en I+D; más específicamente, por qué se debería innovar en el área de las nanotecnologías? ¿Cuáles son las oportunidades que abren en un país como Uruguay?
  - ¿Cuál es la conexión que existe entre la innovación en el área de las nanotecnologías y la desigualdad social? ¿Cuáles pueden ser los efectos de las nanotecnologías en la desigualdad social?
  - ¿Quiénes serán los incluidos y excluidos de esta nueva tecnología?

## B.4 Análisis de contenido de los discursos escritos y hablados

### B.4.1 Libro de códigos

#### Códigos de fuentes de datos

##### Entrevistas semi-estructuradas

Tipologías A1 y B1	Tipologías A2 y B2
<b>ESE 1</b> <b>Entrevistado:</b> Álvaro Mombrú <b>Fecha de entrevista:</b> 21/11/2008	<b>ESE 2</b> <b>Entrevistado:</b> Enildo Iglesias <b>Fecha de entrevista:</b> 05/12/2008

##### Fuentes documentales

Tipologías A1 y B1
<b>Código: FD1</b> <b>Fuente:</b> Emol.Tecnología (2008): <i>Uruguay estrena centro tecnológico para aumentar la competitividad industrial.</i> <b>Ubicación:</b> <a href="http://www.emol.com/noticias/tecnologia/detalle/detallenoticias.asp?idnoticia=301600">http://www.emol.com/noticias/tecnologia/detalle/detallenoticias.asp?idnoticia=301600</a>
<b>Código: FD2</b> <b>Fuente:</b> Lithium (2009): <i>Nanotecnología - Ciencia ficción: entrevista con Dr. Álvaro Mombrú.</i> L.A.I. Cine y algo más. <b>Ubicación:</b> <a href="http://laicineymas.blogspot.com/2009/09/nanotecnologia-ciencia-y-ficcion_21.html">http://laicineymas.blogspot.com/2009/09/nanotecnologia-ciencia-y-ficcion_21.html</a>
<b>Código: FD3</b> <b>Fuente:</b> Mombrú, Álvaro (2008): <i>Innovación y desarrollo tecnológico hacia el futuro del Uruguay.</i> En ponencias del Seminario, <i>Ciencia, tecnología y sociedad.</i> Centro Cultural de España de Montevideo (CCE).

Tipologías A2 y B2
<b>Código: FD4</b> <b>Fuente:</b> Iglesias, Enildo (2008): <i>Nanotecnologías en la alimentación y agricultura.</i> Prólogo. CSEAM, UdelaR. <b>Ubicación:</b> <a href="http://www.rel-uita.org/publicaciones/nano_alimentacion_agricultura.htm">http://www.rel-uita.org/publicaciones/nano_alimentacion_agricultura.htm</a>
<b>Código: FD5</b> <b>Fuente:</b> Wolfart, Graziela (2008): <i>Entrevista con Enildo Iglesias.</i> Instituto Humanitas UNISINOS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos RS- Brasil. <b>Ubicación:</b> <a href="http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/entrevista_enildo_iglesias.htm">http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/entrevista_enildo_iglesias.htm</a>
<b>Código: FD6</b> <b>Fuente:</b> Iglesias, Enildo (2008): <i>Burros y Nanotubos.</i> <b>Ubicación:</b> <a href="http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/burros_y_nanotubos.htm">http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/burros_y_nanotubos.htm</a>
<b>Código: FD7</b> <b>Fuente:</b> Iglesias, Enildo (2006): <i>Peligros y desafíos de la nanotecnología. De lo genéticamente modificado a lo atómicamente modificado.</i> Ponencia presentada en la Conferencia Rel-UITA, Santo Domingo, 4 de octubre de 2006. <b>Ubicación:</b> Presentación en PowerPoint

### Códigos de categorías

Discurso de Álvaro Mombrú (representante empírico): tipologías A1 y B1

Tipo puro	Código	Categoría
A1	A1.0	Trascendencia mundana: Perfeccionamiento <i>en el</i> orden social presente.
	A1.1	Autonomía nanotecnológica (determinismo tecnológico relativo) y neutralidad valorativa.
	A1.2	Acción voluntarista - Acción como medio para el <i>perfeccionamiento en el</i> orden social presente.
	A1.3	Nanotecnologías como vehículo de salvación.
B1	B1.0	Igualdad social en el capitalismo perfeccionado.
	B1.1	Autonomía en la agenda local I+D+i nanotecnológica local.
	B1.2	Competitividad, efectivizada por las nanotecnologías, y producción de aplicaciones para uso local como medios para la igualdad social.
	B1.3	Estimulo a la I+D+i local en nanotecnologías

Discurso de Enildo Iglesias (representante empírico): tipologías A2 y B2

Tipo puro	Código	Categoría
A2	A2.0	Trascendencia mundana: Superación <i>del</i> orden social presente.
	A2.1	Heteronomía nanotecnológica (determinismo social). Nanotecnologías remiten a contexto/estructura
	A2.2	Acción constreñida por contexto/estructura y por nanotecnologías - Contexto, nanotecnologías y acción negados porque son obstáculo para la <i>superación del</i> orden social presente.
	A2.3	Nanotecnologías como vehículo de condenación.
B2	B2.0	Igualdad social en el capitalismo superado.
	B2.1	Heteronomía en la agenda local de I+D+i nanotecnológica - Agenda de I+D+i nanotecnológica remite a contexto/estructura.
	B2.2	Competitividad, efectivizado por las nanotecnologías, limitado por contexto/estructura - Competitividad y nanotecnologías negados porque son obstáculo para la igualdad social.
	B2.3	Desestimulo a la I+D+i nacional en nanotecnologías.

### B.4.2 Ficha de registro/análisis

#### Tipología A1

Código de categoría: A1.0

Código de fuente	Registro
ESE1	Yo creo que va a traer oportunidades; como todo, uno lo va a ver con el tiempo, yo creo que va a traer oportunidades a la gente, es difícil decir si en algún momento podría crear eventualmente desempleo, como todo, yo creo que son más oportunidades a favor. Sin duda va a haber productos nanotecnológicos suntuarios, de esos que sólo algunos van a poder acceder porque eso pasa en todas las tecnologías, es de esperar que aquellos que sea suntuarios no sean de primera necesidad, entonces, que no se vayan a un costo muy elevado aquellos que se necesiten. Creo que el riesgo más grande podría pasar por ahí, aunque no lo veo, yo lo veo más como el chichito que a todos nos gustaría tener, que tu celular poco menos, no sé, te salude, de mañana saque la mano para afuera y te diga: ¡hola!; que las cosas realmente de primera necesidad. Pero bueno, eso se va a ver con el tiempo.
FD3	Se trata de hacer un gran pacto: jóvenes que aceptan la apuesta de quedarse en el país para expresar sus talentos acá, apuesta en la que les va su vida y las de sus hijos –ni más ni menos–, descartando ofertas de vida más cómodas y mucho mejor remuneradas en el exterior, un exterior muy ávido de recursos humanos científico-tecnológicos altamente calificados; un país que respeta sus compromisos con su propia gente y mantiene una inversión en I+D+i de largo plazo, continuo en el tiempo y consolidado. El país pone mucho en juego, pero es incomparablemente menor que el que se le pide a su gente más calificada, y esto debe ser señalado con mucho énfasis. No es un tema de números, es un tema de apuesta de vida, lo que es más importante.
FD3	Todo lo anterior que se planteó sobre el pacto, teniendo en cuenta algo muy importante: a mediano y largo plazo, el país entero recibirá los beneficios de seguir adelante con esta política, porque recordemos una vez más, se trata de una inversión.

Código de categoría: A1.1

Código de fuente	Registro
ESE1	...yo creo que es posible que si Uruguay sigue como hasta ahora, en donde los que tratamos de hacer nanotecnología, tratamos de divulgarla, tratamos de tener instancias de este tipo, no sé si es que las buscamos, pero cuando nos las piden decimos que sí. Eso creo que es justo, no. Yo creo que no habría al principio excluidos; si los que hacemos nanotecnología o nanociencia nos ponemos en nuestro castillo de cristal, y hacemos esta investigación; la gente no entendería: ¡y que me vienen a mí a reclamar sobre seguridad!; ahí sí, puede ser que buena parte de la población esté excluida, malamente, excluida de la información; sobre todo, el tema de la información es importante: de lo que es seguro de la nano, de lo que puede no ser seguro de la nano. Informar es lo más importante.
ESE1	Por ejemplo, a veces por desconocimiento ocurre que, se agita mucho la bandera de la inseguridad, del peligro; yo creo que nuestra función es tratar de aclarar hasta dónde no hay ese problema, y que estamos conscientes de que puede llegara a haberlo, y que estamos alerta; quién quiere mejor que saber que quien trabajan en eso están alerta en eso. Yo creo que planteado en los justos términos, planteado sin amarillismo, planteado con responsabilidad por todos lados, yo creo que es algo que puede salir muy bien.
ESE1	Pero yo creo que nano vino para quedarse, y lo mejor que podemos hacer es manejarlo con responsabilidad desde nosotros, desde los que hacemos la nanociencia y la nanotecnología, y parte de la responsabilidad es comunicarlo, y no cerrarse, no cerrarse a nada.

ESE1	...nano es muy transversal, nano puede afectar en todo...
FD3	De esta manera, innovar con vistas a lograr desarrollos tecnológicos puede ser una apuesta mucho más arriesgada que lo previsto. Sin las herramientas adecuadas puede ser casi como lanzarse a la mar sin brújula, pero en una noche nublada.
FD3	Además, dado lo emergente de la nanotecnología, existen todavía numerosos nichos inexplorados donde hay espacio para hacer trabajo muy creativo y lograr incluso algunos avances científico-tecnológicos significativos. Este estado permisivo para que nuevos países se incorporen a esta corriente tecnológica tendrá eventualmente su fin, dados los niveles extraordinarios de inversión a nivel mundial, que harán que esos nichos se cierren en algún momento. Cuando la nanotecnología llegue a ese punto, sin nichos evidentes y con el dominio del conocimiento en la esfera de las empresas, se habrá minimizado la posibilidad de incorporarse a esta corriente y la puerta que hoy está abierta se cerrará definitivamente, hasta que aparezca otra tecnología innovadora, hecho que puede no ocurrir hasta dentro de treinta o cuarenta años.

Código de categoría: A1.2

Código de fuente	Registro
ESE1	Entonces, ahí tenemos el ejemplo de que nosotros estamos bien tratando de hablar, de divulgar, de dar a conocer, porque ese tipo de cosas sólo pueden nacer cuando no se hicieron los esfuerzos por contarle a la gente lo que es, y hasta donde hay peligro y hasta donde no, y de demostrar que somos padres de familia como la mayoría que hay en la vuelta, y que también nos preocupamos por el futuro de nuestros hijos, y que uno no va a dejar un cementerio de nanocosas ahí en la vuelta que puedan provocar daño, porque nuestros hijos también van a vivir acá...
ESE1	Creo que excluidos no hay en la medida en que se den los pasos, vuelvo a decir, con la mayor apertura y todo lo demás; y sí sé que podrían haber muchos excluidos si no tomamos esos pasos. El tomar esto como: nosotros somos los que sabemos, acá no es momento de soberbia ni de nada, al contrario, esto hay que hacerlo entre todos.
ESE1	Yo les cuento una anécdota justamente en Argentina también, tuvimos este tema, fuimos a comer, fuimos a una almuerzo: ¡che!, ¿y cómo es en tu país?, en Argentina no, en Chile, perdón; y yo conté que acá en Uruguay tratamos de, incluso fui el que puso el tema, porque en concreto les cuento, es la primera reunión, la reunión inaugural del Comité de Nanociencias y Nanotecnologías de la Agrupación Universitaria Grupo Montevideo, que era la UdelaR, entonces el único que llevó el tema de incluir a lo social en ese comité o dentro de las actividades fui yo, les llamó la atención al principio pero después, empezamos a discutir y yo les conté: ¡miren nosotros, yo los que le digo, nosotros somos conscientes, estamos preocupados por el tema, tratamos de hacer las cosas de la mejor manera posible!
ESE1	Y creo que nano, cuando llegue el momento de que en Uruguay se expanda nanotecnología, de que tanto empresas nacionales lo hagan como de que venga alguna trasnacional que quiera hacerlo, es bueno, va a tener que coexistir de alguna manera, pero en forma responsable y sobre todo en lo que nos compete a nosotros, además de tratar de meter, como dije, know how, de hacer cosas, está lo otro, estar, contar, explicar, hablar, estar actualizado, pero hay cosas que van surgiendo hoy que uno se va a enterar dentro de un mes, porque bueno, es nuestra función
FD1	El investigador es responsable de utilizar bien los recursos que muchas veces como en nuestro caso son públicos, como también es responsable de asegurar las condiciones de un buen mañana para nuestros hijos, nietos, etc.
FD1	En muchos sentidos debemos ser muy responsables y en esto vamos a controlarnos ya que en muchas otras cosas no lo hacemos, en esto sí debemos.
FD1	La Nanotecnología puede ser aplicada a casi cualquier rama de la actividad humana, está en quienes trabajamos con ella y en quienes la usan darle el destino más ético.

FD2	Hacer es lo importante y lo que más se ha perdido de vista por buena parte de la población: informarse, para hacer.
FD3	En resumen, disponer de la mejor información posible es fundamental, pero filtrarla para jerarquizar la realmente importante resulta clave para no perderse en la cantidad y tratar de no perder la perspectiva de que lo que importa es hacer, siempre hacer.
FD3	El desarrollo tecnológico del Uruguay depende, así, de las decisiones que cada uno de los involucrados tomemos de aquí en más. Las circunstancias son favorables, pero es necesario que actuemos con decisión, mucho compromiso y esfuerzo. Quizás no haya otra oportunidad como esta en mucho tiempo más.

**Código de categoría:** A1.3

<b>Código de fuente</b>	<b>Registro</b>
FD2	Cuando uno ve y siente que ya no es lejos en otro mundo, que esta carrera salió a correrla el mundo entero como todas las carreras que vendrán de aquí en más, es la oportunidad de subirte y darle bienestar y prosperidad a tu región o a tu país.
FD2	Creo que con responsabilidad no será la Nanotecnología un problema a futuro sino una ventaja.
FD3	Se trata de un sentido desarrollado para determinar necesidades y buscar respuestas comprometidas con el medio ambiente y con la gente.
FD3	Muchas razones llevan al suscripto y a muchas otras personas a pensar que estamos viviendo un momento histórico, el cual, si fuera bien aprovechado, podría permitir encauzar a nuestro país definitivamente hacia un futuro tecnológico.

### Tipología B1

**Código de categoría:** B1.0

<b>Código de fuente</b>	<b>Registro</b>
ESE1	Lo que tenemos claro nuestro grupo de trabajo, lo hemos hablado, incluso nos han preguntado hasta de otros países, de Brasil en concreto, es, nosotros haríamos transferencia tecnológica a privados si existe un compromiso de mantener esa innovación al alcance de la gente en Uruguay, de quien lo necesite en Uruguay, eso es algo que lo vamos a poner siempre: ¡podrás ganar, podrás lucrar lo tuyo, está todo bien, querés invertir en una empresa, está todo bárbaro; pero vamos a mantener ciertos parámetros, porque el objetivo, para algo comenzamos a trabajar en esto, si no nos interesa directamente.
ESE1	...el tren no lo vamos a poder seguir pero si ubicar nichos que nos interesen; pudiera ocurrir que un Uruguay más organizado, con más políticas de estado, pudiera decir: bueno, miren, vamos a concentrar de que nano me haga la cadena completa productiva en tal año, usando nanotecnología. Pudiera ocurrir sí, y sería bueno que ello ocurriera y además sería realmente un jalón enorme para nano que pudiera lograr eso, no. Pudiera ser, sí. Vuelvo a decir, a través de políticas de estado que son esas que trascienden el gobierno de turno; bueno en vez de ir para allá vamos para allá; en general, es bravo conciliar políticas de estado en lo que tiene que ver con agendas de innovación e investigación, es difícil.

FD1	Las posibilidades son muchas y es por esta industria también por donde un país como Uruguay puede destacarse. Es importante el poder nutrir mejor a niños que muchas veces no están en las mejores situaciones y en general no se alimentan de forma correcta o con todos los grupos alimenticios que corresponde.
FD3	Sensibilidad para que el propio técnico, investigador e innovador, pueda definir y encontrar problemáticas que redunden en el beneficio de la sociedad.
FD3	A lo anterior falta agregarle que también se requiere innovación con fines sociales, para completar el cuadro.
FD3	Por supuesto que imaginamos un país con mayor inversión, con mayor PBI, con menor desempleo, en definitiva, con mejor calidad de vida.

Código de categoría: B1.1

Código de fuente	Registro
ESE1	Entonces en realidad marca que si los países como Uruguay, países emergentes no se ponen al día rápidamente pueden llegar a perder el tren, porque la brecha se puede ampliar porque depende mucho de cuanto se invierta. Por otro lado, es algo todavía muy nuevo con lo cual no se ha ido mucho la locomotora lejos. Todavía da como para hacer unas cuantas...
ESE1	No sé si alcanzar pero, yo creo que Uruguay nunca lo va poder alcanzar, evidentemente esa locomotora se va a disparar muy lejos pero sí marcar perfiles propios que haga que Uruguay en nanotecnología, en esta cosa, en esta y en esta, sea competitivo, produce patentes, produce desarrollo, tiene productos tecnológicos, que hasta le pueden servir a otro país, buscar nichos en forma inteligente. Uno no puede apuntar a todo y decir, nos vamos a poner a la par de un país que sí tiene una infraestructura enorme y está depositando muchos millones. En realidad, creo que, en realidad en esto, como en todo, hay que, en alguna forma estratégica e inteligente tratar de buscar en donde es que Uruguay puede marcar un rumbo importante.
FD3	Toda esta discusión nos ha puesto en el tema de lo complejo que es desarrollar un sistema innovador nacional: dar ventajas fiscales, equipar, crear clusters, parques, pero además, generar recursos humanos destinados a la innovación, con las características anteriores... y más encima, que los empresarios crean en toda esta apuesta –no pasa por un acto de fe, simplemente cuando vea que a mi vecino le fue bien apostando a la innovación mientras yo sigo estancado, probablemente me atreva a seguir su ejemplo; el tema es encontrar a los primeros vecinos que se atrevan–.
FD3	Los estímulos están, ahora falta que los propios uruguayos nos atrevamos a dar el paso.
FD3	La agenda debe estar abierta. Porque así debe ser y porque somos demasiado chicos y vulnerables para despreciar cualquier área potencial en donde podamos innovar y desarrollarnos. Ser versátiles y con potencialidad de movernos bajo diferentes objetivos según las circunstancias tiene que ser un propósito y una ventaja comparativa respecto a otros países. Sin embargo, el hecho que se defienda que la agenda deba estar abierta, y que potencialmente se pueda innovar en todo, no necesariamente implica que no deba realizarse jerarquización alguna entre las diferentes temáticas abordables. Tener una agenda indiscriminada puede ser tan nocivo como tenerla centrada en una o dos temáticas.
FD3	...la clave es dedicar armónicamente, que no implica en partes iguales, fondos en los distintos temas que el país identifique como de importancia estratégica, abarcando desde los temas más vinculados con lo productivo del país, hasta haciendo apuestas que contemplen, por ejemplo, momentos históricos, áreas emergentes y, sin olvidar lo que expresamos en puntos anteriores, temas de importancia para el bienestar de la sociedad.

Código de categoría: B1.2

Código de fuente	Registro
ESE1	Ahí hay una ventaja comparativa. Entonces, cierra por todos lados que es algo a lo que tenemos que trabajar.
ESE1	Exacto, exacto, el nanoproducto, en general, nos conviene hacerlo porque es un Know How que entra al país, es un nuevo conocimiento que tenemos, la producción esa la podemos afectar incluso en industrias nacionales que nos quieran pedir, de productos más bien básicos, yo que sé, mezclar un nanoproducto a un plástico, para que el plástico sea más duro, porque yo con ese plástico llevo leche a no sé dónde, tiene problemas, se golpea, bueno, no sé... O, está lo otro que es también probablemente agregar a pinturas, en fin, un montón de cosas. Y después está lo otro que es donde uno ya aplica, aparte del nanomaterial, toda una concepción.
ESE1	Bueno, la idea nuestra es que Uruguay encuentre una ventaja comparativa para sustitución de futuras importaciones que se van a tener que dar tarde o temprano, entonces, en la medida en que haya recursos humanos formados, que sepan de qué hablamos... Una cosa importantísima, imaginemos, yo les dije que es una locomotora que se va, y que no la vamos a poder perseguir a toda costa, va a ver cosas que vamos a tener que importar, pero aun en esa, el tener recursos humanos nacionales formados en nanotecnología van a saber hasta decidir que comprar, te pueden orientar mejor, que si no realmente queda a confianza del que logre un lucro, aunque de repente, atrás del lucro no haya lo mejor en prestaciones, en seguridad, en un montón de cosas.
ESE1	Bueno, como toda investigación, uno siempre quiere creer que el área de trabajo que uno va a tener, se va a desarrollar en el país, va a generar prosperidad, va a generar empleo y con eso ayudar a la igualdad; eso es inicial, y creo que la nano puede proporcionar, en ese sentido, unas respuestas por lo menos más posibles que otras, en el sentido de que son productos de altísimo valor agregado, o sea, evidentemente van a, en el caso de prosperar, empresas que utilicen nanotecnologías van a dar buenos réditos al país, eso sin duda; cumpliríamos eso, que en principio lo cumpliría cualquiera, pero como esto es tan especializado lo va a hacer en mayor medida. Pero además tenemos el caso concreto de aplicaciones, que una vez hechos los desarrollos, puedan ayudar a la igualdad social: el de la piel y el de la parte ósea es una de ellas.
ESE1	Si a su vez, al hecho de que me enseñen como es que hago las piezas, me pueden dar la posibilidad, a nivel nacional, de que esas piezas además sean con materiales desarrollados acá; materiales, que vuelvo a decir: yo le coloco una prótesis a una persona y no dure cinco años, no dure diez, dure quince, dure veinte, y en mejores condiciones, mejor calidad de vida. Todas esas cosas ayudan a la igualdad social al igual que el tema de piel; las quemaduras tienen más preeminencia más importante a nivel de clase sociales con problema de vivienda sobre todo, la incidencia ahí es mucho más grande, lo vemos en los noticieros todos los días.
ESE1	...hay un know how atrás aparte de haber un tema de costos, pero hay know how, entonces bueno, lo vamos a cobrar fuerte porque de última vos vas a poder pagar buena parte y el resto te va a ayudar tu seguro de salud.
ESE1	Entonces, esa persona depende de eso para trabajar; el país pierde un trabajador activo por un tema de una quemadura mal tratada, y nosotros creemos que podemos bajar el costo en forma importante, y es la apuesta que estamos haciendo: que eso sea disponible para nuestro país.
ESE1	Hay una balanza a nivel mundial y los empresarios uruguayos que son más conservadores que los del nivel mundial, más la usan todavía, que es el riesgo ganancia; el riesgo ganancia, en la medida que el riesgo baja, baja, baja, mis posibilidades de ganancia aumentan, entonces, voy a tratar de alguna manera de invertir.
ESE1	...no hemos abandonado lo básico y vamos, y hablamos con empresas, y buscamos, hacemos desarrollo, nos vamos al Polo de Pando todos los días, y tratamos de hacer crecer actividad de producción a escala de laboratorio para poder hacer producciones luego experimentales para empresas, y por

	otro lado, estamos escribiendo un artículo.
ESE1	Vamos a decir, si nanotecnología produce productos tecnológicos que salen al mercado y como tu viste en Nano Silver agarran una lata de algo y dicen: ¡a mirá esto tiene nano Uruguay, esto es hecho acá en Uruguay; que bárbaro!; el que hace nanociencia básica se va a ver beneficiado en eso porque el país va a tomar nano como algo importante y van a venir fondos, de repente, llamados específicos para nano en general, porque al que hace nanociencia también le genera gente, recursos humanos, que hoy o mañana los puede volcar al otro lado, es el semillero. No es uno contra el otro, es todo a favor.
FD1	La Universidad de la República estrenó el primer laboratorio de nanotecnología de Uruguay, con la pretensión de mejorar la competitividad industrial del país, subrayó hoy el director del Polo Tecnológico de Pando, Álvaro Mombrú.
FD1	Los resultados de las investigaciones pueden “ayudar” a la industria uruguaya a ser “más competitiva,” reconoció el director del Polo Tecnológico, situado en la localidad de Pando, dentro del departamento de Canelones.
FD1	Para Mombrú, quien aseguró que se dará “énfasis a la aplicación de los estudios en el sector productivo,” la nanotecnología se está consolidando desde comienzos del siglo XXI como “una nueva revolución industrial,” por el “vasto” campo de aplicación que tienen sus derivados.
FD2	Aquí es donde parte en buena medida las posibilidades de desarrollo de la Nanotecnología en el Uruguay. De hacer un enfoque estratégico adecuado en aquellas cosas que son posibles, que son viables, que son de interés para una sociedad como la nuestra, que tiene mercado. Lo que no debe pasar es que en cinco años el ciudadano promedio que escuchó hablar de esto se pregunte ¿en qué quedó la Nanotecnología en el Uruguay? De esta forma se perdería la esperanza de que algo con potencial de aplicación pueda llegar en Uruguay justamente a la aplicación. Aquí tenemos una responsabilidad grande de que no quede en palabras, de que no quede en lo básico, de que nos animemos a dar un pasito más porque se corre el riesgo de que la población no aliente este tipo de emprendimientos que, particularmente en nuestro caso, va a modificar la producción de muchísimos productos y por qué no, hasta exportación de productos al exterior como materias primas. Ahí se nos va la vida misma en un país como el nuestro. Ganar como exportador en materias primas en donde empiece a primar lo nanométrico, no porque se le incorpore Nanotecnología pero que se usen recursos de la Nanotecnología para estudiar o transportar esa materias primas, nos vamos a acordar.
FD2	Es importante que haya desarrollo, lo está habiendo, estamos todos muy contentos. Es probable que Uruguay en un futuro sea respetado razonablemente en relación a Nanotecnología y su conocimiento.
FD2	Uno puede ir aumentando progresivamente las capacidades que un lugar de trabajo tiene y es importantísimo explotarlo.
FD2	No imaginemos, que también lo hay, que manipulo átomo por átomo. En general lo que se hace es bastante más rústico, por eso la oportunidad para Uruguay. En lo rústico puede salir igualmente un producto que tiene ventajas comparativas. Lo otro también lo hay, la manipulación, la Nanolitografía, lo de saco átomos acá y allá, pero eso no se hace en el NanoMat. Eso está muy lejos de nosotros. Quizá algún día se haga, quizá le va tan bien a Uruguay en las áreas más rústicas que vienen inversiones de todos lados y decimos “ya que estamos damos el salto”.
FD2	Uno puede ir aumentando progresivamente las capacidades que un lugar de trabajo tiene y es importantísimo explotarlo.
FD2	No imaginemos, que también lo hay, que manipulo átomo por átomo. En general lo que se hace es bastante más rústico, por eso la oportunidad para Uruguay. En lo rústico puede salir igualmente un producto que tiene ventajas comparativas. Lo otro también lo hay, la manipulación, la Nanolitografía, lo de saco átomos acá y allá, pero eso no se hace en el NanoMat. Eso está muy lejos de nosotros. Quizá algún día se haga, quizá le va tan bien a Uruguay en las áreas más rústicas que vienen inversiones de todos lados y decimos “ya que estamos damos el salto”.

FD2	Nuestro país debe centrarse en áreas que estratégicamente no estén frenadas.
FD2	Todos sabemos que hay olas tecnológicas que han levantado regiones enteras, ejemplo Japón, sudeste asiático, haciéndole competencia nada menos que a Estados Unidos. Cuando la lección está bien aprendida por todos o te subís o te subís. Con la Nanotecnología pasó lo mismo: “ah mirá, materiales nuevos, más eficientes, que hacen cosas impensadas, mucho más duros, matan microorganismos, hacen todo. Esto sería un mercado brutal, hay que invertir”. Realmente no se quedó nadie. Estados Unidos, Europa, Japón, sudeste asiático, China, India, están volcando fondos grandísimos, y cuando ya vemos ejemplos que sensibilizan más al Uruguay como Irlanda, Finlandia, Nueva Zelanda, Brasil, Argentina, Méjico, Chile.
FD3	Todo lo anterior sin olvidarnos de algo que planteamos antes: la fotografía del momento es importante pero mucho más aun la búsqueda de tendencias, y en este caso tan complejo en particular, la búsqueda de nichos de oportunidades, como norte hacia lograr que el riesgo de una inversión sea menor.
FD3	Innovación Por qué y para qué. Son las preguntas más repetidas y una respuesta que se obtiene con frecuencia es: para mejorar la competitividad de nuestros productos y aumentar las exportaciones. Se trata de una buena respuesta, porque es una afirmación cierta y proporciona una razón de suficiente peso como para dar el paso e innovar.
FD3	En la medida que el país se desarrolle como todos esperamos, mayores serán las exportaciones y mayor el Producto Bruto Interno, PBI. Al aumentar el PBI, será mayor lo que haya para repartir a nivel nacional para numerosos sectores de la población: salud, educación, programas de vivienda, auxilios sociales, etc. Además, al aumentar las inversiones, disminuirá el desempleo y habrá mayor oferta de trabajo para recursos humanos calificados. Nuestro país comenzará un círculo virtuoso que traerá beneficios crecientes a su población, transformándose hacia un desarrollo real. Se trata de mover una rueda que está muy reluctante, llena de desconfianzas por pactos no cumplidos en el pasado. Es una tarea difícil y requiere de un compromiso renovado de todas las partes, con el sincero deseo de cumplirlo. De otra manera, nuestro futuro como país estará muy limitado.
FD3	La creación y consolidación de centros de investigación, la promoción de clusters de pequeñas y medianas empresas, los estímulos fiscales a las empresas que realicen actividades de innovación, la coyuntura internacional favorable, la creación de institucionalidad en I+D+i, los significativamente más altos niveles de inversión que se están dando y los mayores que se avizoran, la diversificación de la matriz productiva –al menos la convicción de que es necesaria y un esbozo inicial hacia este rumbo–, la colaboración internacional sostenida hacia estas temáticas, las inversiones extranjeras que se comenzaron ya a instalar en nuestro país, son unas cuantas razones para pensar que hay pasos ciertos hacia el punto de inflexión requerido.

**Código de categoría:** B1.3

Código de fuente	Registro
ESE1	Y que además una de las partes que tiene es la utilización de pigmentos, con lo cual, por su puesto las que están disponibles son pigmentos sintéticos, pero en un país en donde tenemos una producción natural, de productos naturales tan variados, pueden haber pigmentos nacionales que puedan servir eventualmente para eso, entonces hasta ahí uno hace la innovación...
ESE1	Yo pienso, va a ser un buen negocio, para el inversor que quiera invertir va a ser un buen negocio, aun cobrando mucho menos que esos 4000 dólares. El tema es que nadie va a invertir hasta la medida en que no haya algo más claro, y el algo más claro va a venir, bueno, nosotros hacemos la investigación. Vamos a tratar de demostrar que llegamos a un producto razonable, bien, vamos a hacerle las pruebas.
ESE1	Creo que ahí, marcar políticas de estado a nivel de ciencia, tecnología e innovación marca una madu-

	<p>rez como país; el día que Uruguay lo logre va a decir: ¡este país es un país en serio, muy maduro, muy maduro, porque sabe a dónde quiere ir! Que son las políticas a largo plazo que hicieron países como Finlandia, como Nueva Zelanda, como Irlanda, que surgieron de la nada, con problemas enormes, tremendos, apostaron a determinadas cosas sin importar quién ganaba o seguía; entonces, como país fueron para ahí y en veinte años...</p>
FD1	<p>El funcionario explicó que esta nueva unidad de investigación, denominada Centro NanoMat, servirá para incentivar los estudios en el campo de la nanotecnología, una disciplina centrada en la síntesis y la manipulación de materiales y sistemas a través del control de la materia a escalas mínimas.</p>
FD2	<p>Es importante trabajar con una interacción de tipo público, privada, Universidad, academia, consejo productivo que están en el fin mismo de lo que es el Polo Tecnológico de Pando el cual fue generado por la Facultad de Química justamente para eso. Estos recursos se utilizan entre otras cosas para retroalimentar áreas de investigación, mantenimiento, etc.</p>
FD3	<p>En este sentido el Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química, Universidad de la República, tiene dentro de su desarrollo previsto en el futuro próximo, la creación de una unidad específica en Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Para tal objetivo, cuenta con la inversión del proyecto INNOVA Uruguay, firmado por nuestro país y la Unión Europea, y con el apoyo de instituciones del exterior, especializadas en el tema, dispuestas a ayudarnos a incursionar decididamente en estas temáticas. En lo personal estoy convencido de que se va a tratar de un aporte de gran importancia para apoyar e impulsar la innovación en el sector productivo nacional.</p>
FD3	<p>No solamente el móvil de obtención de beneficios económicos a través de exportaciones es válido para innovar, sino que la búsqueda del bienestar de la población también lo es.</p>
FD3	<p>Este lastre debe ser removido si se tiene la expectativa de que nuestro país tenga una actividad continua y útil en innovación –no necesariamente muy destacada, sino meramente útil–.</p>
FD3	<p>Justamente el ejemplo de la nanotecnología es muy ilustrativo. Se trata de un área muy multidisciplinaria, emergente y con gran pujanza a nivel mundial. Recién en este siglo se la ha identificado como con potencial para irrumpir en los mercados con productos, logrando en los mismos un crecimiento espectacular, tanto desde el punto de vista de los recursos invertidos, como de las ganancias proporcionadas a las empresas, como desde la producción bibliográfica publicada o las patentes generadas. Medido en conocimiento o en movimiento de divisas, ya se puede decir que este siglo ha sido marcado por la nanotecnología.</p> <p>Es un momento muy propicio para que un país se dedique estratégicamente a esta área –por supuesto que no se plantea desde estas líneas que sea en exclusividad ni nada que se le parezca–.</p>
FD3	<p>De hecho, invertir en innovación, o más ampliamente en investigación y desarrollo, es eso mismo, invertir y no gastar. Usualmente en países como el nuestro se cuestiona destinar fondos a estos propósitos por rotárselos erróneamente como gastos. Estos gastos son resistidos a otorgarse y son los primeros en recortarse ante la primera necesidad. Sin embargo, la inversión en I+D+i es incluso un parámetro que corre a nuestro favor como país a la hora de decidirse la instalación de inversiones extranjeras.</p>
FD3	<p>Una expresión muy escuchada es la de los fondos escasos y por tanto, que la investigación, desarrollo e innovación pueden esperar.</p> <p>Es una falacia, un error de apreciación y de concepto al mismo tiempo. Por supuesto que los vaivenes de un país hacen que no siempre se viva en bonanza y que los recursos sean menores. Pero si ante la crisis coyuntural que vivió Finlandia a fines de los ochenta, ese país hubiera adoptado esa mentalidad, la de jugar al achique, la de no gastar más, ni siquiera en ciencia y tecnología (nótese el sugestivo uso de gastar y luego ciencia y tecnología), hoy no estaría viviendo el bienestar y despegue del que disfruta y del que tanto hablamos con admiración. Si hubiera jugado al achique, hoy serían una minúscula economía llena de problemas, por no haber identificado que I+D+i no es un rubro que consume dinero, sino una oportunidad, mejor aún, la oportunidad para salir adelante.</p>
FD3	<p>Justamente cuando la situación es más complicada, los países deberían apostar a la innovación y aquellos que así lo hacen ven recompensada su elección. Por ello a mi criterio fue un error grave la postergación permanente a nivel de ciencia y tecnología que se vivió en Uruguay, en épocas regula-</p>

	res y malas, ya que debió tomarse con mayor énfasis una postura decidida hacia la innovación, sin excusas. No se trata de un gasto para dejar contentos a los investigadores, como se visualizaba tradicionalmente, sino de un motor para impulsar al país hacia una modernización que se hace imposter-gable. El presupuesto en I+D+i debe ser algo que tiene que estar en la agenda del país hacia el futuro, siempre, y con respeto: no debe faltar, tiene que ser digno y no puede recortarse aleatoriamente; tiene que ser competitivo a nivel internacional y estar consolidado; debe proveerse permanentemente, no dejando lagunas de meses o años sin financiarse, ni siquiera en uno solo de sus programas. El Uruguay como país tiene que tomar muy en serio este tema, porque a no dudarlo, hará la diferencia en el futuro, cuando precios internacionales que hoy nos benefician no sean tan benignos.
--	---

### Narrativa A1 y B1

Código de fuente	Registro
ESE1	Venimos de experiencias muy malas, venimos de: ¡no, porque la energía nuclear, bla, bla, bla! ¿Qué pasó en Chernóbil?; han pasado muchos años de Chernóbil y yo estoy seguro que la energía nuclear es hoy en día muy segura, no tienen nada que ver con eso, pero, ¿quién le hace confiar de nuevo a la gente?
ESE1	Venimos de muy malas experiencias, con nano no se puede repetir, con nano lo que hay que hacer es tratar de ser lo más transparente posible.
ESE1	Justamente, lo que tiene de bueno es que el origen nano en Uruguay no vino por ese lado, y si vos te fijás el Centro Nanomat las cosas que hace son más del tipo, o sociales, celdas, piel, etc., o, con empresas uruguayas; ahora acaba de entrar un proyecto a la ANI asociándonos con una empresa uruguaya, más que asociándonos, haciéndoles parte de la innovación, entonces, pero es uruguaya, está acá radicada, los dueños se sabe quiénes son, presentaron todos sus números; es otra cosa. O sea, justamente nano está naciendo distinto, nano Uruguay me refiero; no es que nos lo impongan de afuera con una empresa que viene a hacer algo, que ojo, si la cosa florece en Uruguay nano va a llegar ese día, va a llegar el día que venga la transnacional y ponga lo suyo también, pero por lo menos estamos teniendo un origen en donde horizontalmente está llegando la información para todos lados, y eso está bueno.
FD2	Conversando con una persona tiempo atrás le dije que quizá dentro de veinte o veinticinco años no se hable más de la Nanotecnología, no exista. Porque cuando pasa a ser tan común que todo es nanotecnológico ya no se habla más.
FD2	Todo lo que venía haciendo el hombre en el siglo XX trabajando con materiales, los que se dieron cuenta de los semiconductores y pasamos de la válvula al transistor y del transistor al chip, toda esa evolución, la continuidad natural (quizá no tan natural porque en realidad fue bastante disruptiva) es la aparición de la Nanotecnología.
FD2	Es muy posible que dentro de unos años sea tan común que todo sea nano que se pierda la expresión. ¿Para qué vamos a llamar nano a algo si todo lo que se hace a nivel de materiales es nanotecnológico?
FD2	Después siempre está la magia con la que empezó la Nanotecnología, que tiene mucho de verdad, puede haber un tinte de ficción pero en general tiene mucho de verdad.
FD2	Por eso debemos aprovechar desde ahora que todo está en una etapa más bien primaria a nivel mundial en relación a pocos años de vida.
FD3	Estamos en un período histórico muy importante para el Uruguay y para el mundo. Momento de desarrollos tecnológicos impactantes, que modifican la vida de los seres humanos en tiempos cada vez más cortos.

FD3	Esto nos da una idea del momento histórico que estamos viviendo, oportunidad que si se deja pasar, quizás quienes hoy estamos en actividad no volvamos a ver surgir otra semejante.
-----	---

**Tipología A2**

<b>Código de categoría: A2.0</b>
----------------------------------

<b>Código de fuente</b>	<b>Registro</b>
ESE2	¿A qué están apostando por ejemplo, dentro de la alimentación? Un gran porcentaje de la población padece hambre, los que más o menos comen, la mayoría de los que se pueden alimentar gastan entre el 25 y 30% de los ingresos en alimentación, si les interesa la cifra... Esos gastan entre un 15 o 17% porque esos tipos ganan tanto, que si comen caviar toda la noche no es tanto. Entonces están apostando a que esa gente gaste más, no a que los pobres que no pueden comer coman, ni a aquellos que gastan el 30 % de sus ingresos gasten solo el 20, sino que los que están en la franja entre 15 a 17 suban al 20 por alimentos muy sofisticados, a los que le llaman los “alimentos inteligentes”.
ESE2	Quando se clausuro el seminario, en el Paraninfo, en la sala Maggiolo, y bueno yo al final hice un comentario ahí, provocando, hay que provocar, creo que es por donde pasan las cosas; todos los días estamos hablando de revolución, y del concepto de revolución. Si vamos al término, revolución es un cambio drástico y rápido de un estado de cosas por otro, verdad. Entonces, con ese criterio hablamos de revolución en el transporte, en las comunicaciones, revolución en la medicina, y hasta ahí fenómeno, pero si salimos a hablar que también es necesaria una revolución social, ahí vas en gana. Entonces ese es el atraso que nosotros tenemos. Hay demasiadas revoluciones tecnológica y que se yo; ¿y en lo social?
FD4	...los cambios sociales que podrían seguir a una reflexión crítica sobre tecnología, sociedad y poder, requieren de fuerzas sociales organizadas en los ámbitos nacional, regional e internacional, coordinando sus acciones a partir de intereses compartidos para, desde allí, extender la conciencia hacia otros grupos sociales y culturales. En ese camino estamos, convencidos que las semillas que el capital niega las posee y siembra la sociedad organizada.

<b>Código de categoría: A2.1</b>
----------------------------------

<b>Código de fuente</b>	<b>Registro</b>
ESE2	Entonces, ese es el otro problema, por eso te digo, como que la ciencia, o esta forma de manejar la ciencia, que es elitista, comercial, va mucho más adelante que lo social.
ESE2	La verdad, en el mundo que vivimos no. No porque... Es una nueva tecnología enquistada o metida en una sociedad que en el mejor de los casos esta igual que hace un siglo, pero en la realidad vamos para atrás. Supongamos que en Pando descubren una forma de, lo que hablábamos de encapsular algún agrotóxico, y eso, ¿lo vamos a aplicar acá en Uruguay? ¿A beneficiar a quién? ¿A los argentinos que están llenando el Uruguay de soja? ¿A quién? Entonces, esta es la demostración de que una nueva tecnología como esta no la podés mirar como algo aislado verdad, hay que mirarlo en el contexto que se está dando, en qué tipo de sociedad se está dando.
FD4	Para comprender en toda su magnitud los peligros de las “nanotecnologías en la alimentación y la agricultura” es menester tener en cuenta los antecedentes, y con ellos las causas estructurales que provocaron la actual crisis, así como sus actores principales.
FD6	Sin que la sociedad haya sido advertida ni consultada, estamos pasando de los organismos genéticamente modificados a los productos atómicamente modificados.

FD7	Una tecnología no nace y se desarrolla en forma aislada. Siempre se desarrolla dentro de un contexto social, con el objetivo explícito de reproducir ese contexto.
FD7	Estamos en un mundo en el cual lo científico avanza más que lo social. En ese mundo, regido por el lucro empresarial, la NT está lanzando productos al mercado antes que la sociedad tenga posibilidad de analizar sus efectos, los que serán: Sociales Económicos Ambientales En la salud ¿Qué otra razón -además del lucro- existe para lanzar al mercado productos que nadie necesita?
FD7	¿Ciencia positiva y neutra?

**Código de categoría:** A2.2

Código de fuente	Registro
ESE2	¡Claro! Además, hay un crecimiento desigual acá, ojo, porque desde mi punto de vista yo no soy contrario a la nanotecnología, soy opuesto a cómo se está utilizando, quién la está utilizando, en manos de quién está, para beneficiar a quién, todo ese tipo de cuestionamiento. Oponerse a la ciencia porque sí sería un disparate, pero lo que sí es verdad es que tenemos un avance en lo científico tan radical, tan acelerado que no es acompañado por un avance similar en lo social. La sociedad tendría que estar preparada para esta nueva tecnología y no lo está. Si la nanotecnología es un producto del siglo XXI, como sociedad todavía estamos en el siglo XIX o XVIII, ese es el esquema. Ahora no andamos pensando como los ludditas, aquellos que querían enfrentar la máquina prendiéndole fuego.
ESE2	Bueno, ahí empieza, como nadie controla, nadie mete mano, porque somos así, el capitalismo es así.
ESE2	Muchas veces pasa que la Organización Mundial de la Salud prohíbe determinado agrotóxico, pero ese hace diez años que ya no está más en el mercado porque los propios fabricantes ya lo cambiaron por otra basura. Muy bien, no hay capacidad de controlar todo lo que sale al mercado, uno diría la medida lógica es que aquella compañía que larga un producto al mercado es responsable por las consecuencias. En ningún país del mundo eso ocurre, no hay responsabilidad. En ese marco, en esa sociedad, es que aparecen las nanotecnologías, entonces, aparecen síntomas de alarmas.
ESE2	Con toda la nanotecnología se van a morir directamente antes, va a ser una agricultura sin campesinos, todo con sensores, con estos agrotóxicos, encapsulados en pequeñas cápsulas de nivel nano que van a actuar cuando al computadora le dé la orden, o cuando haya determinado porcentaje de humedad, de temperatura y libera su contenido, pero los trabajadores no están.
ESE2	Yo creo que están incluidos un grupo de científicos que están trabajando con muy buenos salarios para la compañías transnacionales, están incluidos los accionistas y gerentes de esas compañías transnacionales, y el resto, o somos consumidores pasivos o vamos a ser víctimas, porque vamos a estar trabajando sin saber cómo protegernos y que precaución tomar, y agravado, seguramente, por una pérdida muy grande de fuerza de trabajo en una coyuntura económica como las que estamos viviendo. Los excluidos más que excluidos perjudicados. Está es mi teoría, esto va a dar cada vez más poder, y cada vez con mayor control sobre los excluidos.
ESE2	Pero esa capacidad de control te la van a poner si sos violador, si sos asesino serial, o si sos militante social, también te van a poner una pulsera de esas para saber dónde andas, que estás haciendo, y con algún dispositivo que según lo que está diciendo te afloja el esfínter y te...
FD5	Lo preocupante es que por primera vez en la historia de la humanidad, la nanotecnología también genera la posibilidad de controlar y reprimir las consecuencias sociales no deseadas (agitación, protestas callejeras, actos delictivos, etc.). Además de las armas "nanotecnológicas" creadas especial-

	mente para disciplinar a los perdedores, los más peligrosos podrán ser controlados permanentemente.
FD6	Hace dos años que los trabajadores de la alimentación alertamos sobre estos peligros y hasta ahora no hemos conseguido superar la etapa de la denuncia.

Código de categoría: A2.3

Código de fuente	Registro
ESE2	Bueno, lo primero que hay que aceptar o reconocer, es que toda nueva tecnología tiene su impacto sobre la sociedad, históricamente ha sido así. La introducción también de nuevas tecnologías históricamente muestra una constante, y es que siempre han tendido a mantener, a perpetuar el orden existente en esa sociedad. Al ser constante, ninguna nueva tecnología ha solucionado problemas sociales existentes. Pero en mi opinión personal, lo más peligroso en la nanotecnología, es que por primera vez tenemos una nueva tecnología con capacidad para disciplinar a los perdedores. Es decir, es tan revolucionario el cambio, son tantas las áreas que puede abarcar... En una presentación yo lo decía, en el momento en que converjan, la biotecnología, la ciencia cognitiva, la informática y la robótica, ahí nace un mundo nuevo. Ese mundo nuevo ya se está gestando con la nanotecnología. Entonces, desde la posibilidad de control que va a tener una minoría de la sociedad sobre la sociedad, es decir aquello de gran hermano, la nanotecnología lo va a poder hacer realidad, la capacidad disuasiva, la capacidad de represión.
ESE2	Cada vez va a haber más cosas para controlar en este mundo, no, después del 11 de setiembre del 2001 para acá ya hay más cosas para controlar. Entonces eso sí es lo que tiene nuevo esta tecnología, nace con una capacidad de que los perdedores sean disciplinados ya.
FD5	Las compañías transnacionales prometieron eliminar el hambre y la pobreza con un modelo de producción agrícola que denominaron "Revolución Verde". En ese juego de mejorar los flagelos de la humanidad, encadenaron a la población en un enmarañado, proclamando las opciones convenientes: "agrotóxicos o hambre", "transgénicos o hambre" y ahora refuerzan: "nanotecnologías o hambre", evalúa Enildo Iglesias.
FD5	...ellas por sí solas no resuelven las antiguas injusticias...
FD5	...en las relaciones capitalistas, el objetivo del desarrollo tecnológico es el lucro y no la satisfacción de las necesidades de las personas...
FD5	El mismísimo Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) pronosticó en 2002 que con la nanotecnología la agricultura será más atomizada; más industrializada; reducida a funciones simples y que serán eliminadas aun más personas en el trabajo agrícola. Es bueno recordar que en ese país actualmente existe más gente en las cárceles que en el campo.
FD5	Sin duda la nanotecnología provocará turbulencias económicas y desestabilizará aun más al trabajo y a la sociedad. Como cambiará radicalmente la forma de fabricar bienes, producir alimentos, energía y medicinas, provocará graves desajustes sociales.
FD5	De modo que la nanotecnología aumentará el ya altísimo número de desempleados en el mundo, simultáneamente resultará muy fácil traficar ilegalmente con productos tan pequeños (drogas, armas) actividad a la que serán impulsados muchos de los desocupados
FD5	Frente a esa falta de información, la propaganda de las compañías nos promete maravillas para un futuro lejano con la nanotecnología en salud, energía, mejoramiento del ambiente, etc., mientras sin informar a los consumidores -ninguna ley se lo exige- introducen la nanotecnología en los productos de consumo masivo

FD6	Es cierto que nos prometen avances, producidos por la nanotecnología, en la medicina. Pero todo indica que la misma estará -al igual que los artículos suntuarios- disponible para una elite. En segundo lugar, la nanotecnología se encuentra hoy al servicio de la concepción belicista y "antiterrorista" exacerbada luego del 11 de Septiembre de 2001 y tanto Rusia como Estados Unidos están trabajando en la creación de nanoarmamento.
FD7	<p>CONSECUENCIAS de la NT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOCIALES: <i>Turbulencias económicas y políticas.</i></li> <li>- ECONÓMICAS</li> <li>- AMBIENTE y SALUD</li> <li>- MEDICINA: <i>Hay problemas de salud que nada tienen que ver con la medicina o la técnica.</i></li> <li>- GUERRA: <i>La NT será aplicada a la industria militar.</i></li> <li>- AGUA: <i>Beneficiando las CTNs.</i></li> <li>- ALIMENTACIÓN: <i>La forma de producir - y de trabajo - en la industria alimenticia se modificará radicalmente.</i></li> <li>- AGRICULTURA: <i>Perjudicando a los más pobres.</i></li> </ul>

### Tipología B2

Código de categoría: B2.0

Código de fuente	Registro
ESE2	Como estamos en un mundo capitalista, que toda tecnología hay que utilizarla para producir bienes de consumo, para producir mercaderías; entonces toda esa promesa de la nanotecnología, y el que queda, y el que a lo mejor dentro de unos años los coches vienen sin limpiaparabrisas porque los vidrios se van a limpiar solos, ¡y a mi qué!, si el problema es otro.
FD5	cualquier tecnología nueva que se introduzca en una sociedad que no sea esencialmente justa tenderá a agravar la diferencia entre ricos y pobres
FD5	<p><i>-¿En qué sentido la nanotecnología puede contribuir para solucionar los grandes problemas de la sociedad del siglo XXI como el hambre, la miseria y la desigualdad social?</i></p> <p>-En ninguno, por el contrario, agravará cada uno de esos flagelos. Los antecedentes, desde la Revolución Industrial del siglo XVIII hasta el día de hoy, no son para nada alentadores. Al finalizar la Segunda Guerra, las compañías transnacionales nos prometieron eliminar el hambre y la pobreza con armas químicas y un modelo de producción agrícola que denominaron "Revolución Verde", proclamando que la única opción era "agrotóxicos o hambre". Décadas más tarde, las mismas compañías formularon idénticas promesas con los OGM -las que quedaron reducidas a la posibilidad de utilizar selectivamente algunos agrotóxicos, por ejemplo ciertos herbicidas- y la opción que nos presentaron fue "transgénicos o hambre". Las mismas compañías son las que hoy pretenden inculcarnos -esta vez sutilmente- que la única opción es "nanotecnología o hambre".</p>

Código de categoría: B2.1

Código de fuente	Registro
ESE2	Resulta que el combustible lo hacían con eso, entonces, los ingleses fabricaron un producto para terminar con las plantaciones de papa de Alemania, ese fue el primer herbicida sintético que fabrico el hombre. Después el Agente naranja de la Guerra de Vietnam que se está usando hasta ahora, sobre todo en Bella Unión. El Malatión lo hacia la Bayer. Y bueno terminó la guerra, si esto mataba a la gen-

	<p>te mataría a los bichos también. Entonces largaron así la Revolución Verde, el eslogan era 'Revolución Verde rápido' Después aparecieron con los transgénicos, pero son todas las mismas compañías Monsanto, la Shell, Carhill; y como elaboradores del alimento, Nestle, Unilever, Kraf, y ahora los volvés a ver invirtiendo en nanotecnología, las mismas empresas. Sólo que ahora han aprendido, ellos mismos dicen no, tenemos que hacer toda una política de convencimiento de la opinión pública, porque no podemos cometer los mismos errores que cometimos con los transgénicos. Entonces, todo se reduce a una cuestión de ventas, de mercado y de marketing, como presentar, y en eso andan, así que los resultados sociales no los veo.</p>
ESE2	<p>La verdad que no sé. Tendría que haber una discusión mayor a nivel académico y a nivel de toda la sociedad. Porque de todas maneras, el bloque del problema, es quién maneja esto. Suponete que ahí, en el Polo Tecnológico de Pando, logran hacer y tienen suceso, pero después eso tienen que patentarlo; patentarlo sale un huevo y la mitad del otro, y si te dejan patentarlo. Porque lo que hacen las grandes empresas; vos no vas al Municipio acá a patentarlo, tenés que ir a patentarlo a los Estados Unidos, en Estados Unidos hay un bufete de abogados especialistas en impugnar patentes, entonces va el Polo Tecnológico a patentar allá, lo más probable que te salte un bufete de abogados diciendo que la empresa que ellos representan ya posee una patente similar o que se la copiaron a un producto que ellos tienen que sé yo, y ahí empieza un litigio que cuesta millones de dólares, y no se libera la cosa hasta que por lo general terminan arreglando: ¡patentamos a medias o...!</p>
FD4	<p>Actualmente, sin previo aviso, tenemos encima una tercera revolución: la nanotecnología. Mientras la ingeniería genética manipula genes, la nanotecnología modifica la materia a escala molecular y atómica y, entre otras cosas, en lugar de las plantas genéticamente manipuladas pasaremos a plantas molecularmente alteradas. Como esta tecnología se encuentra en manos de las mismas CTNs, redundará en el aumento del poder y del patrimonio de estas colosales empresas. Además, como han aprendido de sus errores anteriores, ahora no proponen a la nanotecnología como alternativa al hambre y la aplican casi en silencio. Las principales promesas que formulan refieren al campo de la medicina sin que hasta la fecha se haya concretado ninguna, en cambio es grande el avance en la introducción de nanotecnología en los artículos de consumo masivo, tal el caso de los alimentos.</p>
FD4	<p>Mientras las CTNs y otros sectores interesados mantienen la información y la discusión sobre nanotecnología en ámbitos cerrados, reducidos y especializados.</p>
FD5	<p>Los mismos argumentos que hemos utilizado en la pregunta anterior nos llevan a afirmar que la nanotecnología pone en peligro la forma de vida -y la vida misma- de los 2.600 millones de personas dedicadas a la agricultura en el mundo; concentrará más el poder económico en las manos de las compañías transnacionales y los grandes terratenientes e impulsará un modelo de agricultura industrial.</p>
FD5	<p>-¿Cuál es el riesgo de monopolio de grandes empresas en relación al dominio de la técnica de la manipulación nanotecnológica? -Ese monopolio ya existe y la nanotecnología no hará otra cosa que agravarlo. A diferencia de las revoluciones globales anteriores, la nanotecnología tiene un carácter nacional -especialmente agravado por su utilización en armas y equipos de guerra- por lo tanto secreto, a lo cual se suma el hecho que las patentes se encuentran en poder de las transnacionales.</p>
FD7	<p>¿LIBRE MERCADO o MERCADO LIBRE...DE CONTROL?</p>
FD7	<p>Las CTNs que hoy dominan el negocio de los transgénicos son las que más invierten en NT.</p>
FD7	<p>¿INDEPENDENCIA CIENTÍFICA? Los científicos pierden independencia por dos vías: 1 – Financiamiento - las CTNs deciden qué investigar. 2 – Presión - Las CTNs tienen poder suficiente para detener investigaciones que no les convienen.</p>

## Código de categoría: B2.2

Código de fuente	Registro
FD5	<p>Sin duda que la nanotecnología ofrece interesantes posibilidades para la producción de alimentos, el problema es que un slogan como "Fome Zero", las compañías lo traducen como "Más Lucro". Por ese camino, hasta ahora los principales cambios vinculados a la nanotecnología en la producción de alimentos tienen que ver con la preservación de los mismos (mejores envases y más baratos), capacidad de permanecer por más tiempo en las estanterías de los supermercados, etc.</p> <p>Qué producir y la forma de producir en la industria alimenticia se modificará radicalmente, con el único objetivo de aumentar los márgenes de lucro de las grandes compañías.</p>

## Código de categoría: B2.3

Código de fuente	Registro
ESE2	<p>Está trabajando el Polo Tecnológico de Pando, tiene un sector de nanotecnología, y Mombrú, él dice, de que, lo que tiene de interesante la nanotecnología es que todos están arrancando ahora, entonces, para un país como Uruguay a pesar de todas sus limitaciones hay muchos nichos donde todavía poder colarse, ese es el argumento de él, aunque no es tan así.</p>
FD5	<p>ellas por sí solas no resuelven las antiguas injusticias</p>
FD7	<p>PERJUDICANDO A LOS MÁS POBRES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La NT pone en peligro la forma de vida de los 2.600 millones de personas dedicadas a la agricultura en el mundo.</li> <li>- Dentro de los más vulnerables estarán los pequeños productores, los asalariados agrícolas y la agricultura familiar.</li> <li>- En EEUU ya hay más gente en las cárceles que en el campo</li> <li>- Concentrará aun más el poder económico en manos de las CTNs y los grandes terratenientes.</li> <li>- Impulsará el modelo de agricultura industrial.</li> </ul> <p>No hay forma de que los pobres se beneficien de una tecnología que está fuera de su control.</p>

## Narrativa de tipos A2 y B2

Código de fuente	Registro
ESE2	<p>Pero hay un misterio en la izquierda, yo no sé si viene de tiempos, porque el nano-Hitler era ecologista, ustedes se van a morir de la risa, los soldados alemanes fumaban cigarrillos con bajo contenido de nicotina, el nano los mandaba a morir a las trincheras pero sanitos de los pulmones.</p>
ESE2	<p>Fijate que todavía no hemos podido resolver el tema de los agrotóxicos. ¿Cuándo fue el día mundial? El tres se conmemoró el día mundial. Todavía sigue muriendo gente, mueren 220.000 personas por año, por causa de los agrotóxicos, eso te da 600 personas por día.</p>
ESE2	<p>Pero además hay, hay todo como una continuidad. ¿Vos estuviste es la presentación mía? Todo esto te para los pelos, porque, es decir, todas las compañías que arrancaron con lo que llamaron la Revolución Verde, cuando termino la última guerra, querían aprovechar todos los desechos de guerra, y esa fue la Revolución Verde.</p>

ESE2	<p>Pero hay un misterio en la izquierda, yo no sé si viene de tiempos, porque el nano-Hitler era ecologista, ustedes se van a morir de la risa, los soldados alemanes fumaban cigarrillos con bajo contenido de nicotina, el nano los mandaba a morir a las trincheras pero sanitos de los pulmones. Resulta que el combustible lo hacían con eso, entonces, los ingleses fabricaron un producto para terminar con las plantaciones de papa de Alemania, ese fue el primer herbicida sintético que fabricó el hombre. Después el Agente naranja de la Guerra de Vietnam que se está usando hasta ahora, sobre todo en Bella Unión. El Malatión lo hacía la Bayer. Y bueno terminó la guerra, si esto mataba a la gente mataría a los bichos también. Entonces largaron así la Revolución Verde, el eslogan era 'Revolución Verde rapid' Después aparecieron con los transgénicos, pero son todas las mismas compañías Monsanto, la Shell, Carhill; y como elaboradores del alimento, Nestle, Unilever, Kraf, y ahora los volvés a ver invirtiendo en nanotecnología, las mismas empresas.</p>
FD5	<p>Sin que la sociedad haya sido advertida y mucho menos consultada, comenzamos a pasar de los "transgénicos" a los "trans-atómicos", al integrarse la biotecnología con la nanotecnología. La fusión de la biotecnología con la nanotecnología tiene consecuencias desconocidas para la salud, la biodiversidad, el ambiente y la organización social, particularmente en lo que tiene relación con el trabajo.</p>
FD5	<p>Los antecedentes, desde la Revolución Industrial del siglo XVIII hasta el día de hoy, no son para nada alentadores. Al finalizar la Segunda Guerra, las compañías transnacionales nos prometieron eliminar el hambre y la pobreza con armas químicas y un modelo de producción agrícola que denominaron "Revolución Verde", proclamando que la única opción era "agrotóxicos o hambre". Décadas más tarde, las mismas compañías formularon idénticas promesas con los OGM -las que quedaron reducidas a la posibilidad de utilizar selectivamente algunos agrotóxicos, por ejemplo ciertos herbicidas- y la opción que nos presentaron fue "transgénicos o hambre". Las mismas compañías son las que hoy pretenden inculcarnos -esta vez sutilmente- que la única opción es "nanotecnología o hambre".</p>
FD7	<p>Introducción de nuevas tecnologías: Cinco antecedentes</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La máquina de vapor de la primera Revolución Industrial sometió a los obreros a un largo tormento.</li> <li>2. Los antibióticos salvaron muchas vidas, pero también hicieron a las personas más vulnerables y a las bacterias más resistente.</li> <li>3. El DDT sirvió para eliminar algunas plagas, pero contaminó el ambiente perjudicando la salud de los humanos y de otros seres vivos.</li> <li>4. La energía nuclear se anunciaba como la solución energética limpia, pero los accidentes y otros imprevistos la pusieron en entredicho.</li> <li>5. Luego de años todavía se mantiene la controversia sobre los transgénicos.</li> </ol>

## B.5 Fiabilidad y validez de la técnica de análisis

En este punto nos abocaremos a dar cuenta de la fiabilidad y validez de la técnica de análisis, pues de ambos elementos deriva la confiabilidad que presente dicha técnica.

**Fiabilidad:** La fiabilidad de una técnica de análisis hace referencia a la *replicabilidad objetiva, relativa*, de los datos, en el sentido de poder ser reproducibles (*reproducibilidad*) con el material empírico disponible. Como argumentan Kaplan y Goldsen:

La importancia de la fiabilidad procede de la seguridad que ofrece en cuanto a que los datos han sido obtenidos con independencia del suceso, instrumento o persona que los mide. Por definición. Los datos fiables son aquellos que permanecen constantes en todas las variaciones del proceso de medición (Kaplan y Goldsen, citado por Krippendorff, 1997: 191).

De forma esquemática, existen distintas pruebas para conocer los niveles de fiabilidad de las técnicas de análisis:

1. En un mismo momento del tiempo distintas personas deben ser capaces de codificar (tanto en las etapas de segmentación de los textos, como en la agregación de las unidades de registro) de manera idéntica el material empírico.
2. En distintos momentos del tiempo una misma persona debe poder codificar idénticamente el material empírico.
3. La máxima fiabilidad se alcanza cuando se combina los dos tipos de prueba, esto es, que distintas personas obtengan los mismos resultados en distintos momentos del tiempo ( $t, t+1, t+2...t+n$ ).

Ahora bien, no es lo mismo que una misma persona obtenga idénticos datos al replicar el procedimiento en distintos momentos del tiempo, que distintas personas, utilizando el mismo procedimiento, obtengan datos similares. En palabras de Krippendorff, “también en este caso la ausencia de variabilidad es un indicador de la fiabilidad de los datos, pero la prueba es mucho más eficaz” (Krippendorff, 1997: 193). En esencia, esta diferencia se debe a que es menos probable que personas distintas lleguen a un mismo resultado. Naturalmente, lo anotado responde, fundamentalmente, a que toda prueba de fiabilidad –tal como la entendemos aquí– está sujeta a un proceso interpretativo de los discursos.

Por tratarse la presente monografía de una propuesta individual, la prueba más eficaz a la que podemos aspirar es la de segundo tipo (la misma persona en distintos momentos del tiempo). En concreto, se ha codificado el material empírico en tres momentos distintos obteniendo el mismo conjunto de datos cada vez. Este hecho permite sostener que se ha alcanzado la máxima fiabilidad al interior de este tipo de prueba. Sin embargo, debe tenerse en consideración que dentro de las pruebas mencionadas la escogida es la menos eficaz. Como consecuencia, aún cuando podemos sostener que se logró un 100% de fiabilidad dentro de la prueba, la fiabilidad global del análisis de contenido se encuentra relativizada por el hecho de que la prueba utilizada es la menos eficaz de todas.

**Validez:** Generalmente se refiere a la validez del análisis de contenido como la capacidad de sostener inferencias a partir de datos generados de manera independiente. En este sentido, Krippendorff (1997: 228) expresa que “un análisis de contenido es válido en la medida en que sus inferencias se sostengan frente a otros datos obtenidos de forma

independiente”. A fin de cuenta lo que se busca con ello es que las inferencias den cuenta de la realidad abordada, es decir, que sean ‘científicamente válidas’.

Debe tenerse presente que el análisis de contenido, tal como lo entendemos aquí, busca *validar* las relaciones causales tipificadas (tipos ideales); de forma que la técnica implica inferencias que persiguen la evidencia empírica. Se trata de una inferencia orientada y organizada por una construcción teórico-conceptual previa; pero no responde *stricto sensu* a una lógica hipotético-deductiva, porque como se ha dicho los tipos ideales no son hipótesis de relaciones causales. En otros términos, el momento empírico –facilitado por el análisis de contenido– no busca la verdad de los enunciados de mayor grado de generalidad como en el método hipotético-deductivo, sino dar plausibilidad empírica a las tipologías.

Por lo tanto, lo pretendido con la validez del análisis de contenido es obtener una inferencia válida, entendida como razonamiento –deductivo– probable. Aunque hemos procurado obtener ‘toda’ la información empírica existente, dejamos abierta la posibilidad de que surjan argumentos que conduzcan a inferir en otra dirección. No obstante ello no invalida nuestro trabajo, puesto que sabemos que la información por nosotros recabada expresa la mayor parte del discurso de los sujetos, aunque no tenemos argumentos para afirmar que se trate de la totalidad del universo discursivo concreto. Entendemos que, para nuestros fines, esto es suficiente para concluir que las relaciones causales tipificadas se expresan en las relaciones reales.

Sin embargo, la validez de este tipo de técnicas es por cierto difícil de obtener. La dificultad mayor a la hora de convalidar el análisis de contenido estriba en encontrar pruebas independientes que confirmen las inferencias realizadas.

En suma, para convalidar un análisis de contenido debe tenerse presente la posibilidad, por un lado, de encontrar pruebas independientes que confirmen los resultados iniciales y, por otro lado, de establecer inferencias a partir de los datos. En el primer caso, se pregunta sobre la posibilidad de realizar pruebas independientes; y, de ser afirmativa la respuesta, se interroga sobre cuáles han de ser las pruebas más adecuadas. En cambio, en el segundo caso, decimos que las inferencias expresen de alguna manera lo que se pretende representar.

La distinta literatura sobre el tema presenta disímiles tipologías en relación a los procedimientos de validación del análisis de contenido. No obstante, la clasificación tradicional suele identificar tres tipos de validez: validez de constructo, interna y externa. Para Krippendorff la validez interna no es más que otra forma de distinguir a la fiabilidad (Krippendorff, 1997: 230).

Frente a la dificultad que existe a la hora de convalidar la técnica concreta, hemos optado por centrar nuestro análisis en la validez orientada al proceso o validez de constructo, por entender que es la más relevante de todas. Aunque como se ha dicho es difícil de determinar en tanto responde –al igual que para la fiabilidad– a un proceso interpretativo. Lo que se busca mediante esta prueba es encontrar adecuación entre las unidades y categorías de análisis y el cuerpo teórico. En este contexto, lo que son dos exigencias para validar el análisis de contenido (la posibilidad de establecer inferencias pertinentes y realizar pruebas independientes) en nuestro caso se reducen a un único mecanismo de convalidación: demostrar la correspondencia entre el marco teórico-metodológico y el procedimiento analítico<sup>91</sup>. Entonces, decimos que el análisis de contenido es válido si permite asignar por lo menos una unidad de registro a cada una de las categorías, es decir, la probabilidad de asignar una unidad de registro a cada una de las categorías es mayor a 0. Dijimos que los tipos puros exaltan unas pocas relaciones causales, y dejan de lado otras. Y en tanto sólo buscamos ejemplificarlos, el encontrar

<sup>91</sup> Cuando hablamos de correspondencia estamos descartando cualquier procedimiento de validación estadístico.

evidencia de su existencia es suficiente para nosotros, sin importar en qué proporción se presenten en la realidad efectiva.

Resumiendo, cuando promovemos la validez y fiabilidad del análisis de contenido estamos buscando justificar un mínimo nivel de calidad o confiabilidad de la técnica de análisis. Debe tenerse presente que tanto la validez como la fiabilidad del análisis de contenido están condicionados por un elemento intrínseco a toda interpretación del significado del discurso: la subjetividad del investigador. Como consecuencia, el tratamiento de la información (segmentación y agregación) difícilmente pueda ser un procedimiento que desemboque en resultados por entero objetivos (reproducibles)<sup>92</sup>. Quizás, por ello, el análisis de contenido ha venido siendo una técnica cuestionada en cuanto a su fiabilidad y validez y, por lo tanto, en lo que respecta a su status científico. Sin embargo, insistiremos en que creemos que en el propio ámbito de la ciencia, y en particular de las ciencias sociales y humanas, la interpretación es la forma de proceder más rica cuando se trata de crear conceptos y de imaginar relaciones causales entre ellos.

---

<sup>92</sup> Como agregan Mayntz, *et al* (1993: 210): “La validez del análisis de contenido es difícil de comprobar. A tales efectos, sería necesario que el analista hubiera comprendido el significado de las diversas unidades lingüísticas, de la misma manera que sus productores (y que sus receptores), y –en caso de obtención de conclusiones sobre variables no lingüísticas– que exista de hecho la relación supuesta entre la aparición de determinados signos lingüísticos en un texto y una intención, una actitud o una motivación, etc”.

## B.6 Entrevistas semi-estructuradas

### Entrevista 1

**Entrevistado:** Alvaro Mombrú (M)

**Entrevistador:** Gabriel Barrero (B)

**Fecha de entrevista:** 21/11/2008

**B:** Podrías situar y contextualizar a las Nanotecnologías; ¿que las diferencia de otras tecnologías anteriores?

**M:** Sí, nanotecnologías; y está bien usado el plural; son un conjunto de tecnologías que tienen en común la utilización de técnicas para trabajar la materia a escala muy chica, escala nano, la millonésima parte del milímetro. Y, cuando uno trabaja la materia a esa escala se logran propiedades diferentes de las que tendrían los mismos materiales si no fueran trabajados a esa escala. Esa es una cosa bastante curiosa, desde el punto de vista científico novedosa; pero por el otro lado, con unas implicancias tecnológicas enormes, porque uno puede redescubrir toda la materia como la conoce y puede tener materiales con propiedades diferentes, mejoradas; y lograr un montón de cosas, de tecnologías que nunca se han mejorado. Eso es básicamente la nanotecnología, que tiene como contra cara la nanociencia, que sería lo mismo pero enfocado simplemente hacia el aspecto más básico, fundamentalmente.

**B:** ¿Y la diferencia con las otras tecnologías?

**M:** Yo creo que desde el punto de vista del impacto, sin duda esta va impactar muy fuerte en la sociedad. Porque, como digo, es redescubrir la materia de nuevo, ya hay al día de hoy muchos productos comerciales disponibles a nivel mundial, se prevé que van a ser muchos más. Y la pujanza que ha tenido ha hecho que muchos la cataloguen como la nueva revolución industrial. Entonces ya ahí marca una diferencia enorme con todas demás, que de repente impactan en forma sectorial en un aspecto concreto pero no en una forma tan amplia, en una gama tan amplia. Eso desde un punto de vista; desde otro punto de vista diferenciarla con otras es, hay un cierto nivel de especialización, un cierto nivel de equipamiento; manipular átomos no es algo sencillo, no es algo que uno lo pueda hacer en un garaje, de repente con otras tecnología puede haber un nacimiento de esa naturaleza.

Entonces en realidad marca que si los países como Uruguay, países emergentes no se ponen al día rápidamente pueden llegar a perder el tren, porque la brecha se puede ampliar porque depende mucho de cuanto se invierta. Por otro lado, es algo todavía muy nuevo con lo cual no se ha ido mucho la locomotora lejos. Todavía da como para hacer unas cuantas...

**B:** Se pueda alcanzar...

**M:** No se si alcanzar pero, yo creo que Uruguay nunca lo va poder alcanzar, evidentemente esa locomotora se va a disparar muy lejos pero sí marcar perfiles propios que haga que Uruguay en nanotecnología, en esta cosa, en esta y en esta, sea competitivo, produce patentes, produce desarrollo, tiene productos tecnológicos, que hasta le pueden servir a otro país, buscar nichos en forma inteligente. Uno no puede apuntar a todo y decir, nos vamos a poner a la par de un país que sí tiene una infraestructura enorme y está depositando muchos millones. En realidad, creo que, en realidad en esto, como en todo, hay que, en alguna forma estratégica e inteligente tratar de buscar en donde es que Uruguay puede marcar un rumbo importante.

**B:** ¿Qué se está haciendo en Uruguay?

**M:** Sí, en Uruguay nosotros en concreto, en el laboratorio nuestro: Nanomat, el Centro de Nanotecnología y Materiales que está en el Polo Tecnológico de Pando, de la Facultad de Química, lo que hacemos es enfocarnos a nanomateriales, entonces nanomateriales implica la producción de un montón de materiales nano que pueden servir para diversos tipos de aplicaciones, dependiendo de en que uno lo use, con que otro material matricial lo use, etc. Y, vamos desde los liposomas que serían materiales, digamos, para encapsulamientos de productos activos, de principios en drogas o cosméticos en particular, o, hasta en plaguicidas, hasta materiales del estilo nanopartículas, nanotubos: nanotubos de carbono, nanotubos inorgánicos, fulerenos, materiales que podamos aplicarlos a determinados sectores productivos que nos vengan a pedir: ¡miren, nosotros tenemos tal problema! Bueno. Estos prestan una gama variada de posibilidades, entonces uno puede ir aplicándolo. Entonces, sería una buena primera etapa. Como una segunda etapa ya es, los nanomateriales desarrollados en productos concretos, en donde hemos enfocado nosotros nuestra mirada, en nano, bueno, nano no miento, en materiales de reposición médica para tejidos, por ejemplo nosotros tenemos una línea de reposición médica y una línea de materiales óseos. Que nano ahí es una ayuda, es un plus, por ejemplo una piel sintética para una persona quemada si uno encapsula antibióticos en forma tópica y sin suministrarlo para que vaya por todo el organismo logra efectiva mente que no haya una infección a nivel de donde se aplica, o a nivel de esos tejidos óseos que yo les dije, un recubrimiento nanoestructurado puede hacer que, por ejemplo, en la inserción en la cadera, esa pieza tenga una duración de más años de la que tendría si no tuviera ese recubrimiento. Son las cosas que hacemos. Eso en cuanto materiales de reposición médica.

El otro que yo le dije que en una segunda instancia de aplicaciones concretas es en celdas solares. Porque la nanotecnología entre otras cosas que ha afectado, ha afectado el tema de la energía solar. Celdas solares que hasta el momento de la nanotecnología habían llegado a una etapa madura, a nivel mundial, en el desarrollo, ya con dificultad de lograr mejoras, y era una tecnología muy cara, sigue siendo muy cara, los famosos paneles solares que se ven son muy caros, su amortización requiere veinte años, o más, o sea implica: lo uso porque me sirve utilizar una energía, en fin, que no sea de combustibles tradicionales, pero además porque creo en el medio ambiente; porque ahí no es porque me vaya a dar un rédito económico, es porque justamente creo. En realidad la nanotecnología ha afectado el tema de las celdas solares provocando celdas que tienen un costo mucho más bajo, amortizables en menos de un año...

**B:** De un año a veinte, comparado es una diferencia...

**M:** Es una diferencia enorme, y que, además, no es madura, es algo todavía en evolución, todavía se puede mejorar, todavía podemos aplicar cosas. Y que además una de las partes que tiene es la utilización de pigmentos, con lo cual, por su puesto las que están disponibles son pigmentos sintéticos, pero en un país en donde tenemos una producción natural, de productos naturales tan variados, pueden haber pigmentos naturales que puedan servir eventualmente para eso, entonces hasta ahí uno hace la innovación...

**B:** Ahí tenemos ventaja comparativa

**M:** Ahí hay una ventaja comparativa. Entonces, cierra por todos lados que es algo a lo que tenemos que trabajar.

**B:** Está buena la diferencia esa que hiciste, entre innovación en algo básico, que Uruguay haga una gama de productos que yo te vendo y vos después fabricas lo que quieras, y después está lo otro que es el producto ya terminado.

**M:** Exacto, exacto, el nanoproducto, en general, nos conviene hacerlo porque es un Know How que entra al país, es un nuevo conocimiento que tenemos, la producción esa la podemos afectar incluso en industrias nacionales que nos quieran pedir, de productos más bien básicos, yo que sé, mezclar un nanoproducto a un plástico, para que el plástico sea más duro, porque yo con ese plástico llevo leche a no sé dónde, tiene problemas, se golpea, bueno, no sé... O, está lo otro que es también probablemente agregar a pinturas, en fin, un montón de cosas. Y después está lo otro que es donde uno ya aplica, aparte del nanomaterial, toda una concepción.

**B:** ¿Y es más barato, como para que Uruguay pueda invertir en eso?

**M:** Bueno, la idea nuestra es que Uruguay encuentre una ventaja comparativa por sustitución de futuras importaciones que se van a tener que dar tarde o temprano, entonces, en la medida en que haya recursos humanos formados, que sepan de qué hablamos... Una cosa importantísima, imaginemos, yo les dije que es una locomotora que se va, y que no la vamos a poder perseguir a toda costa, va a ver cosas que vamos a tener que importar, pero aun en esa, el tener recursos humanos nacionales formados en nanotecnología van a saber hasta decidir que comprar, te pueden orientar mejor, que si no realmente queda a confianza del que logre un lucro, aunque de repente, atrás del lucro no haya lo mejor en prestaciones, en seguridad, en un montón de cosas.

**B:** Vos hablabas recién que la nanotecnología se plantea como una revolución tecnológica o como una futura revolución tecnológica, casi todas las revoluciones tecnológicas han prometido dar solución a muchos problemas sociales, sobre todo en lo que es desigualdad social. ¿Las nanotecnologías pueden dar solución a muchos de esos problemas?

**M:** Bueno, como toda investigación, uno siempre quiere creer que el área de trabajo que uno va a tener, se va a desarrollar en el país, va a generar prosperidad, va a generar empleo y con eso ayudar a la igualdad; eso es inicial, y creo que la nano puede proporcionar, en ese sentido, unas respuestas por lo menos más posibles que otras, en el sentido de que son productos de altísimo valor agregado, o sea, evidentemente van a, en el caso de prosperar, empresas que utilicen nanotecnologías van a dar buenos réditos al país, eso sin duda; cumpliríamos eso, que en principio lo cumpliría cualquiera, pero como esto es tan especializado lo va a hacer en mayor medida. Pero además tenemos el caso concreto de aplicaciones, que una vez hechos los desarrollos, puedan ayudar a la igualdad social: el de la piel y el de la parte ósea es una de ellas. Ustedes habrán podido comprobar que cuando fue la visita del Presidente a Cuba, Uruguay y Cuba hicieron un acuerdo por el cual técnicos cubanos iban a ayudar a los técnicos uruguayos en la parte de confección de prótesis. Cuba, justamente, que es un país muy fuerte en todo lo que tiene que ver con medicina y medicina aplicada, a poblaciones de diverso tipo, incluso, ha tenido una fuerte, un trabajo muy importante a nivel por ejemplo de la parte ósea, sobre todo a gente, poblaciones de edad, con problemas de nutrición; Uruguay es un país muy envejecido, el tema de la osteoporosis... Eso ya Uruguay lo vio como estratégico, el presidente lo vio como estratégico y se hizo la alianza. Si a su vez, al hecho de que me enseñen como es que hago las piezas, me pueden dar la posibilidad, a nivel nacional, de que esas piezas además sean con materiales desarrollados acá; materiales, que vuelvo a decir: yo le coloco una prótesis a una persona y no dure cinco años, no dure diez, dure quince, dure veinte, y en mejores condiciones, mejor calidad de vida. Todas esas cosas ayudan a la igualdad social al igual que el tema de piel; las quemaduras tienen más preeminencia más importante a nivel de clase sociales con problema de vivienda sobre todo, la incidencia ahí es mucho más grande, lo vemos en los noticieros todos los días. Entonces, por ese lado pueden ayudar, entonces, se nos ocurrió justamente el tema de la reposición de materiales médicos por un lado, y pensamos que las celdas solares pueden colaborar sobre todo en áreas rurales donde a veces e acceso al tendido eléctrico es complicado, costo, y les

digo más, si me apuran el tema de celdas solares funciona mucho mejor de lo que uno esperaría; podría ser hasta para zonas en donde hoy por hoy vemos que el cableado no dura mucho tiempo, y hay zonas donde viven castigadas permanentemente por robo de cables; si tu tenés tu propia producción eléctrica te robarán el panel, pero en definitiva es algo más individualizado, uno no depende de que venga un tendido, eso podría ser eventualmente algo donde las celdas solares nanotecnológicas pudieran eventualmente ayudar dentro de algunos años.

**B:** Pero en los costos; yo no tengo muy claro los costos, por ejemplo, en lo que puede ser el caso de la piel.

**M:** Sí, la piel si uno lo compra, un parche de este tipo, de unos quince a veinte centímetros, cuadrado, vale entre 3600 y 4000 dólares el parche, a nivel internacional; eso pensado para otros mercados. ¿Por qué?; porque en otros mercado existe lo que se llama el seguro de salud, entonces tu sos usuario, a ti te pasó algo, pero tenés un seguro de salud que te lo va a cubrir y a su vez tus ingresos son de otra naturaleza, que los ingresos de la mayoría de los uruguayos; hay un know how atrás aparte de haber un tema de costos, pero hay know how, entonces bueno, lo vamos a cobrar fuerte porque de última vos vas a poder pagar buena parte y el resto te va a ayudar tu seguro de salud. En un sistema como el uruguayo donde no hay seguro de salud, ahora tenemos FONASA, pero es todo de la misma bolsa, digamos, todo viene de nuestros propios impuestos; es pagado por el pueblo uruguayo, en donde la mayoría de la población no tiene fondos de esa naturaleza para cubrir parte de eso, en donde el Fondo Nacional de Recursos es quien está proveyendo de fondos para cuando se precisa algo de esa naturaleza, y como buen fondo es finito. Bueno, creemos que ahí puede haber una cosa importante, porque además, una quemadura, por ejemplo, de un miembro, un brazo, lleva diez de esos, estamos hablando de 40000 dólares por un miembro, por un brazo, que además, si no es atendido en forma razonable, a tiempo, y bien, afecta estéticamente, puede matar a la persona, primer punto, una infección por más que me quemé el brazo: ¡a no pero es el brazo!; sí, pero si es una infección. Segundo; tema estético, que no es menor, en nuestra calidad de vida nosotros queremos lucir bien, razonablemente bien. Y tercer punto, y este es importantísimo, y muchas veces olvidable por quienes trabajamos estudiando y demás, el tema de la funcionalidad; un miembro puede quedar inutilizado por una quemadura si no es tratado a tiempo a nivel cutáneo. Entonces, esa persona depende de eso para trabajar; el país pierde un trabajador activo por un tema de una quemadura mal tratada, y nosotros creemos que podemos bajar el costo en forma importante, y es la apuesta que estamos haciendo: que eso sea disponible para nuestro país.

**B:** O sea que sería: ustedes bajar el costo; desde el Estado hacer la inversión. ¿Por qué si no, quién haría la inversión?

**M:** Yo pienso, va a ser un buen negocio, para el inversor que quiera invertir va a ser un buen negocio, aun cobrando mucho menos que esos 4000 dólares. El tema es que nadie va invertir hasta la medida en que no haya algo más claro, y el algo más claro va a venir, bueno, nosotros hacemos la investigación. Vamos a tratar de demostrar que llegamos a un producto razonable, bien, vamos a hacerle las pruebas. Hay una balanza a nivel mundial y los empresarios uruguayos que son más conservadores que los del nivel mundial, más la usan todavía, que es el riesgo ganancia; el riesgo ganancia, en la medida que el riesgo baja, baja, baja, mis posibilidades de ganancia aumentan, entonces, voy a tratar de alguna manera de invertir. Lo que tenemos claro nuestro grupo de trabajo, lo hemos hablado, incluso nos han preguntado hasta de otros países, de Brasil en concreto, es, nosotros haríamos transferencia tecnológica a privados si existe un compromiso de mantener esa innovación al alcance de la gente en Uruguay, de quien lo necesite en Uruguay, eso es algo que lo vamos a poner siempre: ¡podrás ganar, podrás lucrar lo tuyo,

está todo bien, querés invertir en una empresa, está todo bárbaro; pero vamos a mantener ciertos parámetros, porque el objetivo, para algo comenzamos a trabajar en esto, si no nos interesa directamente.

**B:** ¿Qué implicancias negativas ves vos en lo que es la desigualdad social? Porque hasta ahora veo como más positivas de las nanotecnologías; ¿vos ves algunas implicancias negativas que sean intrínsecas a estas nuevas tecnologías?

**M:** Yo creo que va a traer oportunidades; como todo, uno lo va a ver con el tiempo, yo creo que va a traer oportunidades a la gente, es difícil decir si en algún momento podría crear eventualmente desempleo, como todo, yo creo que son más oportunidades a favor. Sin duda va a haber productos nanotecnológicos suntuarios, de esos que sólo algunos van a poder acceder porque eso pasa en todas las tecnologías, es de esperar que aquellos que sea suntuarios no sean de primera necesidad, entonces, que no se vayan a un costo muy elevado aquellos que se necesiten. Creo que el riesgo más grande podría pasar por ahí, aunque no lo veo, yo lo veo más como el chichito que a todos nos gustaría tener, que tu celular poco menos, no sé, te salude, de mañana saque la mano para afuera y te diga: ¡hola!; que las cosas realmente de primera necesidad. Pero bueno, eso se va a ver con el tiempo.

**B:** Eso pasa con toda nueva tecnología, lo suntuario juega siempre un papel central. Y, ¿quiénes crees que son los excluidos y los incluidos en estas tecnologías? Los científicos incluidos seguros, o todos los que se dediquen a eso...

**M:** Incluidos, bueno, yo creo que es posible que si Uruguay sigue como hasta ahora, en donde los que tratamos de hacer nanotecnología, tratamos de divulgarla, tratamos de tener instancias de este tipo, no sé si es que las buscamos, pero cuando nos las piden decimos que sí. Eso creo que es justo, no. Yo creo que no habría al principio excluidos; si los que hacemos nanotecnología o nanociencia nos ponemos en nuestro castillo de cristal, y hacemos esta investigación; la gente no entendería: ¡y que me vienen a mí a reclamar sobre seguridad!; ahí sí, puede ser que buena parte de la población esté excluida, malamente, excluida de la información; sobre todo, el tema de la información es importante: de lo que es seguro de la nano, de lo que puede no ser seguro de la nano. Informar es lo más importante. Y, creo que, cuando hay algo tan radical como esto que puede ser llamado una nueva revolución industrial, hay enfoques que nos exceden a nosotros, los que hacemos la ciencia y la tecnología, y que pueden venir de otras áreas de la sociedad, que nosotros no lo vemos, enfoque que uno se los pierde porque está arriba del árbol y pierde el bosque. Yo creo que desde ese punto de vista está bueno involucrar a toda la sociedad posible; en una buena, y en el entendido de que haya ida y vuelta en ese sentido. Por ejemplo, a veces por desconocimiento ocurre que, se agita mucho la bandera de la inseguridad, del peligro; yo creo que nuestra función es tratar de aclarar hasta dónde no hay ese problema, y que estamos conscientes de que puede llegara a haberlo, y que estamos alerta; quién quiere mejor que saber que quien trabajan en eso están alerta en eso. Yo creo que planteado en los justos términos, planteado sin amarillismo, planteado con responsabilidad por todos lados, yo creo que es algo que puede salir muy bien. Yo fui ahora a una reunión en Chile, hace poco, y me contaba gente de una provincia de Argentina, que incluso llegó a prosperar, creo que no la votaron, una ley por la cual estaba prohibido hacer nanotecnología.

**B:** ¿En Australia hay una, no?

**M:** No sé, yo me enteré por primera vez en esta provincia. Al punto de, al que lo sorprendían haciendo nanotecnología por primera vez, le venía una reprimenda, pero la segunda vez era cárcel. Entonces, ahí tenemos el ejemplo de que nosotros estamos bien tratando de hablar, de divulgar,

de dar a conocer, porque ese tipo de cosas sólo pueden nacer cuando no se hicieron los esfuerzos por contarle a la gente lo que es, y hasta donde hay peligro y hasta donde no, y de demostrar que somos padres de familia como la mayoría que hay en la vuelta, y que también nos preocupamos por el futuro de nuestros hijos, y que uno no va a dejar un cementerio de nanocosas ahí en la vuelta que puedan provocar daño, porque nuestros hijos también van a vivir acá, y demás; o sea, ese tipo a mi me parece que, no excluir a nadie es lejos lo mejor que podemos hacer, y ya les digo, esta experiencia argentina a mi me sorprendió, y me dije: estamos bien nosotros entonces, estamos muy bien. Creo que excluidos no hay en la medida en que se den los pasos, vuelvo a decir, con la mayor apertura y todo lo demás; y sí sé que podrían haber muchos excluidos si no tomamos esos pasos. El tomar esto como: nosotros somos los que sabemos, acá no es momento de soberbia ni de nada, al contrario, esto hay que hacerlo entre todos.

**B:** Vos decías recién que hay algunos que hacen amarillismo o que endiablizan a las nanotecnologías; ¿a quiénes identificás cómo...?

**M:** No, a veces sale hasta sin mala intención; a mí nunca me contaron lo que es eso, yo no sé nada, yo entro a internet pongo nano y sale alguna cosa científica y salen otras que no son científicas pero que, les confieso, a mi a veces me cuesta darme cuenta, algunas, si son científicas o no porque están ahí en el medio; entonces, si yo que estoy en el tema, miro y a veces me cuesta identificar, la gente, sin mala intención, entran, miran, ven eso: ¡a la flauta!; estos me van a contaminar todos los ríos, me van a contaminar el aire, me van a contaminar la tierra, ¡es un peligro, esto hay que cortarla de una; si no hay quien me lo explique, si no hay quien me lo aterrice, si no hay una buena onda de parte científico tecnológica evidentemente puede degenerar en esas cosas, y sin maldad.

**B:** La otra vez, revisando las revistas de mi abuela, las 'Caras', me puse a buscar si había publicidad sobre nanotecnologías, y hay pila de electrodomésticos, de lavarropas que dicen 'tecnología Nano Silver', y no especifica. A veces me da la impresión de que los mismos oferentes de los bienes están como tapando un poco, tal vez por temor a que hay todo un movimiento ahora.

**M:** No sé si se tapan porque te ponen nano, usan el nano, cuando tapan, que hay otros productos que tapan te dicen partículas ultrafinas. Pero estos usan justamente el nano como una forma de decir: estamos a la avanzada, porque también da un cartelito de eso; yo compro una heladera que me dice Nano Silver: ¡pa, está a la avanzada! Y lo que hace en realidad es poner un recubrimiento de nanopartículas de plata que lo que hacen es, son bacterioestáticas, entonces, no dejan el crecimiento de microorganismos y no tiene mal olor, nunca va a tener mal olor. Eso es un avance bárbaro, es una cosa... En realidad hay de todo, está el que usa el nano como un cartel y está el que no tanto. Pero yo creo que nano vino para quedarse, y lo mejor que podemos hacer es manejarlo con responsabilidad desde nosotros, desde los que hacemos la nanociencia y la nanotecnología, y parte de la responsabilidad es comunicarlo, y no cerrarse, no cerrarse a nada. Venimos de experiencias muy malas, venimos de: ¡no, porque la energía nuclear, bla, bla, bla! ¿Qué pasó en Chernóbil?; han pasado muchos años de Chernóbil y yo estoy seguro que la energía nuclear es hoy en día muy segura, no tienen nada que ver con eso, pero, ¿quién le hace confiar de nuevo a la gente? Y hoy que en Uruguay entremos de nuevo en ese debate, es una pelea grande que tiene quienes creen en eso, para que la gente vuelva a creer en eso, porque fue muy fuerte lo que pasó, fue muy fuerte, entonces el público en general no tienen porque saber que ha cambiado tanto la tecnología, no tiene porque, simplemente sabe: ¡no mirá Chernóbil es lo que pasó! Los transgénicos, otra cosa, se aplicó rápidamente por los beneficios económicos que daba, no hubo información suficiente en el momento, porque hubieron quienes se dieron cuenta lo que estaba pasando ya era tarde, ya los transgénicos estaba en tu ecosistema, habían

entrado a tu país, ya estaban en tu tierra, en tu planta, en fin. Venimos de muy malas experiencias, con nano no se puede repetir, con nano lo que hay que hacer es tratar de ser lo más transparente posible.

**B:** Sí, lo que pasa que, a veces, cuando hay multinacionales como que...

**M:** Justamente, lo que tiene de bueno es que el origen nano en Uruguay no vino por ese lado, y si vos te fijás el Centro Nanomat las cosas que hace son más del tipo, sociales, celdas, piel, etc., o, con empresas uruguayas; ahora acaba de entrar un proyecto a la ANI asociándonos con una empresa uruguaya, más que asociándonos, haciéndoles parte de la innovación, entonces, pero es uruguaya, está acá radicada, los dueños se sabe quienes son, presentaron todos sus números; es otra cosa. O sea, justamente nano está naciendo distinto, nano Uruguay me refiero; no es que nos lo impongan de afuera con una empresa que viene a hacer algo, que ojo, si la cosa florece en Uruguay nano va a llegar ese día, va a llegar el día que venga la transnacional y ponga lo suyo también, pero por lo menos estamos teniendo un origen en donde horizontalmente está llegando la información para todos lados, y eso está bueno.

**B:** No, lo que decías vos, la cuestión de la difusión de la información, de cómo eso termina teniendo impactos macro, porque no es nada menor que la gente se apropie del conocimiento de qué usar y cómo usarlo, el impacto que tiene incluso en la macroeconomía.

**M:** No, totalmente. Yo les cuento una anécdota justamente en Argentina también, tuvimos este tema, fuimos a comer, fuimos a una almuerzo: ¡che!, ¿y cómo es en tu país?, en Argentina no, en Chile, perdón; y yo conté que acá en Uruguay tratamos de, incluso fui el que puso el tema, porque en concreto les cuento, es la primera reunión, la reunión inaugural del Comité de Nanociencias y Nanotecnologías de la Agrupación Universitaria Grupo Montevideo, que era la UdelaR, entonces el único que llevó el tema de incluir a lo social en ese comité o dentro de las actividades fui yo, les llamé la atención al principio pero después, empezamos a discutir y yo les conté: ¡miren nosotros, yo los que le digo, nosotros somos conscientes, estamos preocupados por el tema, tratamos de hacer las cosas de la mejor manera posible!; y saltó alguien de otro país y me dijo: ¡a pero si le decís eso a un periodista te va a publicar como titular: 'fulano de tal está preocupado por la nanotecnología'!. Y yo le dije: ¡no me ha pasado, porque acá los periodistas que hacen ciencia, todos los medios de prensa son pocos, son muy responsables y me ha pasado que, en tu país será así, pero a mí lo que me ha pasado en Uruguay es que cuando uno horizontaliza la información lo hacen con responsabilidad ellos también, o sea, titulares acordes a lo que uno ha dicho y adentro aparece que uno está preocupado pero no como el titular para vender sino como una cosa que nos ocurre!

**B:** Está contextualizado, claro.

**M:** Exacto. Entonces, creo que eso marca mucho de lo que es Uruguay en todo; seguimos siendo un país en ese sentido que vale la pena vivir porque uno puede confiarse en general, y los periodistas no escapan a eso. Cuando yo mencioné amarillismo me refería a una sensación más amarilla de poner, pero por ejemplo la prensa que se dedica al tema no es así, encara lo bueno, siempre viene la pregunta: ¿esto es peligroso, esto trae peligro?; porque está bien que venga, porque es nuevo y está bien. Es el deber del periodista de informarlo, el derecho de la gente de saberlo y la obligación mía de decir lo que yo pienso. Pero, dentro de una pregunta, dos, tres, las que ameriten en el momento no, pero realmente es una cosa, que creo que, en Uruguay anda bien; y sí, la información en ese sentido para mí es patrimonio de todos, y se utiliza como tu decís, a nivel de decisiones macroeconómicas a nivel de decisiones de, por ejemplo, de ordenamiento territorial. Bueno haber, eso es una cosa que, creo, que Uruguay va a tener que explotar

bastante a fondo, no, el tema de decir: ¿puede coexistir el que hace explotación ganadera con el que hace forestal? Pueden, si se ordenan, evidentemente, hay ciertas actividades productivas que perjudican a las otras actividades productivas, pero si se ordenan territorialmente pueden coexistir perfectamente; de tal forma tal de que no estén tan cerca de que los afluentes de que, o la emanación de no se cuanto; hay que ordenar. Y creo que nano, cuando llegue el momento de que en Uruguay se expanda nanotecnología, de que tanto empresas nacionales lo hagan como de que venga alguna trasnacional que quiera hacerlo, es bueno, va a tener que coexistir de alguna manera, pero en forma responsable y sobre todo en lo que nos compete a nosotros, además de tratar de meter, como dije, know how, de hacer cosas, está lo otro, está contar, explicar, hablar, estar actualizado, pero hay cosas que van surgiendo hoy que uno se va a enterar dentro de un mes, porque bueno, es nuestra función.

**B:** Además, llegado ese momento, el futuro del que vos hablas, puede no instalarse la transnacional pero pueden llegar los productos, entonces tenés que estar preparado para saber que es lo que hay aunque no los produzcas.

**M:** Pueden llagar no, están llegando.

**B:** ¿Y cuál es tu evaluación, me imagino que como todo proceso debe de haber expectativas iniciales, sobre la conformación de esa masa crítica que se supone están buscando ustedes? Desde el inicio con las expectativas de arranque; ¿cuáles son los logros que considerarás que han...?

**M:** Sí. Cuando nos hicieron una entrevista hace dos o tres años éramos quince los que hacíamos nano en Uruguay, hoy en día yo diría que ya hemos pasado los veinticinco, treinta, que se dedican a hacer nano en Uruguay. Yo creo que está creciendo en forma muy interesante. Creo que hay una masa crítica mínima, no sé si da todavía para llamarla así, pero una masa crítica interesante, sobre todo para lo que es un país como Uruguay; yo creo que el desafío grande que tenemos, y yo realmente soy muy, creo mucho en esto que voy a decir, es que no nos quedemos sólo en los papeles, no nos quedemos en la producción de artículos científicos, sino que haya algo concreto que la sociedad vea; cuando digo concreto me refiero a logros del tipo que hablábamos, o un producto comercial uruguayo con nano, y en este sentido, yo creo que estaría bueno que el grupo de esos treinta que más o menos son, aumente la proporción de los que se dedican a eso, a tratar de llevar a lo concreto lo que es nano; en ese sentido creo que todavía tenemos un desafío por delante. No todos tienen que hacer nanotecnología, es muy importante que haya quien haga nanociencia básica muy buena, pero alguien tienen que hacer la otra, porque si no va a ocurrir, dentro de cinco años, que el uruguayo medio nos va a decir: ¡ustedes sabrán mucho de nano!, ¿qué se ha hecho?; y cuando digamos: ¡no, no se ha hecho nada pero hemos escrito todos estos artículos, hemos formado tesis. Nos van a decir: ¡bueno, pero estas fueron unas de las tantas promesas que como tantas otras cosas, estos tiene aplicación en, pero al final queda todo...!

**B:** No las ven; claro.

**M:** Claro.

**B:** Respecto a eso, se me ocurre que a partir de lo que vos decís que, tiene que haber un proceso para evaluar ciertas transformaciones a nivel de la plataforma institucional del sistema de incentivos a los científicos, porque a veces van en contra de lo que tu decías.

**M:** Totalmente. Mirá, por ejemplo, hoy un investigador que se dedique a esto que yo te digo que creo, empieza a publicar menos, empieza a mandar menos cosas a congresos, llegan los momentos de tu evaluación institucional, en la facultad, por ejemplo, o el Sistema Nacional de Investigadores, como viene ahora; y entran a mirar y dicen: ¡bajó lo tuyo, a ver si...! y, entonces, que es lo que estamos haciendo, por ejemplo, el grupo nuestro, que hace eso, las dos cosas, y sabés como estamos: muertos; no hemos abandonado lo básico y vamos, y hablamos con empresas, y buscamos, hacemos desarrollo, nos vamos al Polo de Pando todos los días, y tratamos de hacer crecer actividad de producción a escala de laboratorio para poder hacer producciones luego experimentales para empresas, y por otro lado, estamos escribiendo un artículo. ¿Cuántos años podremos hacer eso no lo sé?; hoy estamos haciendo todo porque es lo que tu decís, las realidades del juego son esas, y sin nos quedamos el todo a uno nos va a ir mal, y el que sale perdiendo es el propio país porque no está bien que no haya científicos que se dediquen en forma aplicada, por lo que te decía, no puede ser que sólo mostremos como resultado lo académico; hay que trascender lo académico, es un esfuerzo, un esfuerzo muy grande que está llevando poca gente adelante.

**B:** Estaría bueno que saliera de los individuos, y que hubiera una configuración institucional que sirva como colchón o como seguro para fomentar la investigación aplicada.

**M:** Totalmente; eso es muy deseable. En este mundo, bueno, mundo y a veces en Uruguay la discusión entre lo básico y lo aplicado yo siempre digo, lo básico tiene que estar, hay que darle muchísimos fondos pero hay que hacer aplicada también. Entonces, Uruguay a veces va por lo pendular, o lo básico porque hay mucha... O, no, esto hay que hacerlo para las empresas y lo básico no sirve; no, tomemos el camino del medio, hay que hacer todo, Uruguay tiene que hacer todo como país; no sé si las mismas personas tienen que hacer todo como esto que te digo que es un esfuerzo muy grande, pero Uruguay como país tiene que hacer todo, y no dejar de dar fondos a lo básico porque ahora la moda es lo aplicado, eso está muy mal. Como estaba muy mal en la época en lo que único que importaba eran los artículos y el que hiciera algo aplicado...

**B:** Esas dicotomías, no, el paradigma productivista como contrapuesto a lo social, digamos.

**M:** Exacto. Si en realidad se puede conjugar para que todo salga ganando. Vamos a decir, si nanotecnología produce productos tecnológicos que salen al mercado y como tu viste en Nano Silver agarran una lata de algo y dicen: ¡a mirá esto tiene nano Uruguay, esto es hecho acá en Uruguay; que bárbaro!; el que hace nanociencia básica se va a ver beneficiado en eso porque el país va a tomar nano como algo importante y van a venir fondos, de repente, llamados específicos para nano en general, porque al que hace nanociencia también le genera gente, recursos humanos, que hoy o mañana los puede volcar al otro lado, es el semillero. No es uno contra el otro, es todo a favor.

**B:** ¿Hay perspectivas de que lo nano, me lo figuro en cuanto, por ejemplo, a los materiales, sea un bastión importante a futuro en la articulación productiva, que es un poco lo que está faltando en Uruguay en cuanto a la complementariedad de la cadena, digamos, productiva?

**M:** Pudiera ser; nano es muy transversal, nano puede afectar en todo, entonces como esto que te digo el tren no lo vamos a poder seguir pero si ubicar nichos que nos interesen; pudiera ocurrir que un Uruguay más organizado, con más políticas de estado, pudiera decir: bueno, miren, vamos a concentrar de que nano me haga la cadena completa productiva en tal año, usando nanotecnología. Pudiera ocurrir sí, y sería bueno que ello ocurriera y además sería realmente un jalón enorme para nano que pudiera lograr eso, no. Pudiera ser, sí. Vuelvo a decir, a través de políticas de estado que son esas que trascienden el gobierno de turno; bueno en vez de ir para allí

vamos para allá; en general, es bravo conciliar políticas de estado en lo que tiene que ver con agendas de innovación e investigación, es difícil. Recién ahora se están fijándolas primeras pausas, y bueno, a uno siempre le queda la incertidumbre que pasaría si hubiera un gobierno de otro color, con otro candidato, la seguiría, no la seguiría. Creo que ahí, marcar políticas de estado a nivel de ciencia, tecnología e innovación marca una madurez como país; el día que Uruguay lo logre va a decir: ¡este país es un país en serio, muy maduro, muy maduro, porque sabe a donde quiere ir! Que son las políticas a largo plazo que hicieron países como Finlandia, como Nueva Zelanda, como Irlanda, que surgieron de la nada, con problemas enormes, tremendos, apostaron a determinadas cosas sin importar quién ganaba o seguía; entonces, como país fueron para ahí y en veinte años...

**B:** Lo tomaron como bandera; yo pensaba en eso, tomaron como bandera determinadas tecnologías.

**M:** Nano es de esos tres también, los tres países crearon varios centros de nanotecnología en su territorio; por eso además los usé, son los ejemplos que los uruguayos siempre decimos, Nueva Zelanda porque es un país ganadero, un país del hemisferio sur; Finlandia porque tuvo la crisis enorme cuando fue la caída del Muro de Berlín, que Rusia era el que les compraba más cantidad de no sé que, se vieron ante una disyuntiva enorme; e Irlanda, un país emigrante por naturaleza, siempre la gente buscando oportunidades afuera y hoy por hoy lo que es. Uruguay tiene un poco de cada uno, que querés que te diga, entonces son los tres ejemplos que siempre nos cierran.

## Entrevista 2

**Entrevistado:** Enildo Iglesias (I)

**Entrevistador:** Gabriel Barrero (B)

**Fecha de entrevista:** 05/12/2008

**B:** ¿Qué son las nanotecnologías? ¿Cómo las definís?

**I:** Te mando por correo algo hecho, te va a resultar mejor. ¿Qué más? Eso yo te lo mando.

**B:** ¿Qué diferencia a las nanotecnologías de otras tecnologías?

**I:** Bueno, lo primero que hay que aceptar o reconocer, es que toda nueva tecnología tiene su impacto sobre la sociedad, históricamente ha sido así. La introducción también de nuevas tecnologías históricamente muestra una constante, y es que siempre han tendido a mantener, a perpetuar el orden existente en esa sociedad. Al ser constante, ninguna nueva tecnología ha solucionado problemas sociales existentes. Pero en mi opinión personal, lo más peligroso en la nanotecnología, es que por primera vez tenemos una nueva tecnología con capacidad para disciplinar a los perdedores. Es decir, es tan revolucionario el cambio, son tantas las áreas que puede abarcar... En una presentación yo lo decía, en el momento en que converjan, la biotecnología, la ciencia cognitiva, la informática y la robótica, ahí nace un mundo nuevo. Ese mundo nuevo ya se está gestando con la nanotecnología. Entonces, desde la posibilidad de control que va a tener una minoría de la sociedad sobre la sociedad, es decir aquello de gran hermano, la nanotecnología lo va a poder hacer realidad, la capacidad disuasiva, la capacidad de represión. Incluso ya están estudiando, el ejército estadounidense, posibilidades de que sus soldados le puedan leer el pensamiento a los soldados enemigos; y están estudiando la posibilidad de inducir el pensa-

miento del soldado enemigo. Entonces, eso aplicado a un estado más o menos totalitario... Cada vez va a haber más cosas para controlar en este mundo, no, después del 11 de setiembre del 2001 para acá ya hay más cosas para controlar. Entonces eso sí es lo que tiene nuevo esta tecnología, nace con una capacidad de que los perdedores sean disciplinados ya.

**B:** En líneas generales no hay una diferencia con las tecnologías anteriores, en el sentido de que sigue sometiendo, pero tiene capacidades nuevas de sometimiento.

**I:** ¡Claro! Además, hay un crecimiento desigual acá, ojo, porque desde mi punto de vista yo no soy contrario a la nanotecnología, soy opuesto a cómo se esta utilizando, quién la esta utilizando, en manos de quién está, para beneficiar a quién, todo ese tipo de cuestionamiento. Oponerse a la ciencia porque sí sería un disparate, pero lo que sí es verdad es que tenemos un avance en lo científico tan radical, tan acelerado que no es acompañado por un avance similar en lo social. La sociedad tendría que estar preparada para esta nueva tecnología y no lo está. Si la nanotecnología es un producto del siglo XXI, como sociedad todavía estamos en el siglo XIX o XVIII, ese es el esquema. Ahora no andamos pensando como los ludditas, aquellos que querían enfrentar la máquina prendiéndole fuego.

**B:** O sea, que con todas las tecnologías anteriores siempre hubo promesas que no se cumplieron; las de dar soluciones a problemas sociales, políticos, de salud. ¿Vos crees que con las nanotecnología existirían posibilidades de dar solución ha algunos de estos problemas?

**I:** Bueno... Yo creo que posibilidades hay pero... Haber, en lo más que han avanzado, lo más prometedor, es en la parte de la medicina... nanosubmarinos que van por el torrente sanguíneo, detectan el tumor, ahí descargar un medicamento, destruyen el tumor sin destruir el entorno, todo eso. Ahora, eso es lo más prometedor, pero por el otro lado, es como, una ciencia con una cantidad de posibilidades, que lo que andan es buscando mercado, no saben muy bien que hacer con eso. Como estamos en un mundo capitalista, que toda tecnología hay que utilizarla para producir bienes de consumo, para producir mercaderías; entonces toda esa promesa de la nanotecnología, y el que queda, y el que a lo mejor dentro de unos años los coches vienen sin limpia-parabrisas porque los vidrios se van a limpiar solos, ¡y a mi qué!, si el problema es otro, cómo hacer andar todo el automóvil. Mazda, la empresa japonesa ya esta sacando el nuevo Mazda que ya viene con un catalizador que tiene nanotecnología, entonces permite que en el catalizador haya unos metales que no son tan caros, ejemplos de ese tipo. Lápices que se caen y el grafo no se parte, ese tipo de pelotuces. Por ejemplo, Brasil ya esta fabricando refrigeradores con nanopartículas de plata, fabricando heladeras y lavarropas con nanotubos de plata. Bueno, desde el tiempo del ñaupa se sabe que la plata era antibacteriana, los que los tipos dicen es que con estos nanotubos los alimentos están más protegidos, y si lavas la ropa en una lavadora de esas, la ropa sale esterilizada. Bueno, ahí empieza, como nadie controla, nadie mete mano, porque somos así, el capitalismo es así. Hay quien dice que por ejemplo, que en la lavadora que con el primer lavado junto con el agua se van los nanotubos y ya no queda más nada, hay quien dice que no. Pero hay otros que además se preguntan ese refrigerador, ese lavarropa, supongamos que permanecen los nanotubos toda la vida útil del aparato, pero el aparato tiene una vida útil, ¿y qué pasa después, cuando se descarta? ¿Dónde va eso?

**B:** Impacta en el medio

**I:** ¡Claro! Y ¿qué impacto puede tener?; ¿qué consecuencias sobre el medio ambiente? Entonces, ese es el otro problema, por eso te digo, como que la ciencia, o esta forma de manejar la ciencia, que es elitista, comercial, va mucho más adelante que lo social. Fijate que todavía no hemos podido resolver el tema de los agrotóxicos. ¿Cuándo fue el día mundial? El tres se con-

memoró el día mundial. Todavía sigue muriendo gente, mueren 220.000 personas por año, por causa de los agrotóxicos, eso te da 600 personas por día. Este y bueno, todo lo que se habló del 11 de setiembre en Nueva York fueron sólo 3000 personas que murieron, acá mueren 600 todos los días y van a seguir muriendo. Bueno ¿Qué es lo que pasa? Más o menos se usan unos 750.000 agrotóxicos en la agricultura y cada mes van saliendo nuevos, con una velocidad tal que no hay ningún organismo con capacidad para controlar los productos nuevos que salen al mercado.

Muchas veces pasa que la Organización Mundial de la Salud prohíbe determinado agrotóxico, pero ese hace diez años que ya no está más en el mercado porque los propios fabricantes ya lo cambiaron por otra basura. Muy bien, no hay capacidad de controlar todo lo que sale al mercado, uno diría la medida lógica es que aquella compañía que larga un producto al mercado es responsable por las consecuencias. En ningún país del mundo eso ocurre, no hay responsabilidad. En ese marco, en esa sociedad, es que aparecen las nanotecnologías, entonces, aparecen síntomas de alarmas. Nosotros como trabajadores, somos los primeros que largamos el grito, da la casualidad que nuestra organización internacional de trabajadores de la alimentación y de la agricultura se van hacer pelota porque bueno... Ahora el agricultor tiene que optar, o se muere de hambre, o muere envenenado, se resiste a trabajar en las condiciones que tiene que trabajar o se muere de hambre. Bueno va a aplicar agrotóxicos, más tarde o más temprano muere envenenado. Con toda la nanotecnología se van a morir directamente antes, va a ser una agricultura sin campesinos, todo con sensores, con estos agrotóxicos, encapsulados en pequeñas cápsulas de nivel nano que van a actuar cuando al computadora le de la orden, o cuando haya determinado porcentaje de humedad, de temperatura y libera su contenido, pero los trabajadores no están. Entonces, por eso nosotros levantamos la señal de alarma, pero ahora quiénes son los que están levantando la voz de alarma, en primer lugar, las compañías aseguradoras, ya hay... ¿Vos entrás a la página nuestra de vez en cuándo? Una compañía suiza, que es aseguradora, ya se queja de que no hay suficiente investigación sobre la nanotecnología, pero hay una, Continental Western Insurance Group, que ya le comunicó a todos los clientes que excluye de la cobertura de los seguros a los productos que contengan nanotubos, y aclara que modifica el seguro otorgado, y que ahora el seguro no cubre lesiones corporales, daños materiales, daños a las personas. El tema es que, al parecer las consecuencias que tienen los nanotubos que te entran por la piel, por donde respiras, es que son muy similares a los del amianto.

**B:** Me llamó la atención el número de afectados por día por los agrotóxicos...

**I:** ¡Claro! Pero además hay, hay todo como una continuidad. ¿Vos estuviste es la presentación mía? Todo esto te para los pelos, porque, es decir, todas las compañías que arrancaron con lo que llamaron la Revolución Verde, cuando termino la última guerra, querían aprovechar todos los desechos de guerra, y esa fue la Revolución Verde. Ustedes no eran nacidos, en el año 40 los alemanes mandaban desde Alemania una bomba voladora sobre Londres, estaban haciendo pelota al otro, ahora le diríamos misiles. La B1, que fue la primera, y la B2. Eso funcionaba con etanol que lo sacaban de las papas.

**B:** ¡Cuidaban el ambiente!

**I:** Vos sabes que sí. Y hay un vínculo entre la izquierda y los ambientalistas que no está bien explicado. Vos viste la izquierda uruguaya como... Agazzi cuando todavía no era ministro, era subsecretario: "no, los transgénicos no son malos, lo malo es que nosotros no tengamos la tecnología". ¡No seas malo!; después de escucharlo a Agazzi contra los transgénicos, después que llega al ministerio. Pero hay un misterio en la izquierda, yo no se si viene de tiempos, porque el nano-Hitler era ecologista, ustedes se van a morir de la risa, los soldados alemanes fumaban

cigarrillos con bajo contenido de nicotina, el nano los mandaba a morir a las trincheras pero sanitos de los pulmones. Resulta que el combustible lo hacían con eso, entonces, los ingleses fabricaron un producto para terminar con las plantaciones de papa de Alemania, ese fue el primer herbicida sintético que fabricó el hombre. Después el Agente naranja de la Guerra de Vietnam que se está usando hasta ahora, sobre todo en Bella Unión. El Malatión lo hacía la Bayer. Y bueno terminó la guerra, si esto mataba a la gente mataría a los bichos también. Entonces largaron así la Revolución Verde, el eslogan era 'Revolución Verde rapid' Después aparecieron con los transgénicos, pero son todas las mismas compañías Monsanto, la Shell, Carhill; y como elaboradores del alimento, Nestle, Unilever, Kraf, y ahora los volvéis a ver invirtiendo en nanotecnología, las mismas empresas. Sólo que ahora han aprendido, ellos mismos dicen no, tenemos que hacer toda una política de convencimiento de la opinión pública, porque no podemos cometer los mismos errores que cometimos con los transgénicos. Entonces, todo se reduce a una cuestión de ventas, de mercado y de marketing, como presentar, y en eso andan, así que los resultados sociales no los veo. ¿A qué están apostando por ejemplo, dentro de la alimentación? Un gran porcentaje de la población padece hambre, los que más o menos comen, la mayoría de los que se pueden alimentar gastan entre el 25 y 30% de los ingresos en alimentación, si les interesa la cifra... Esos gastan entre un 15 o 17% porque esos tipos ganan tanto, que si comen caviar toda la noche no es tanto. Entonces están apostando a que esa gente gaste más, no a que los pobres que no pueden comer coman, ni a aquellos que gastan el 30 % de sus ingresos gasten solo el 20, sino que los que están en la franja entre 15 a 17 suban al 20 por alimentos muy sofisticados, a los que le llaman los "alimentos inteligentes". El verano pasado, en España se vendía como pan caliente una comida que eliminaba la celulitis a la mujer, que estiraba la piel. Y sí porque la rellena de adentro; van a ese tipo de cosas. La Nestle está patentando ahora, te vende el café en unos cartuchos que se fabrican en una cafetera especial, dicen ser café fuerte, cappuccino, y prácticamente las máquinas te la regalan. Es un poco lo que están haciendo con las impresoras de los computadores, viste, te regalan la impresora y después andá a comprar el cartucho que es donde te arrancan la cabeza. Pero además se divulga información, se divulgan análisis... Se escudan, si hay algo que contengan los nanotubos de plata. ¿Y qué?; la van a tener que declarar, o patentar qué, si la plata se conoce de tiempos inmemoriales; sí, pero vos no conocés la plata a nivel normal digamos, pero a nivel nano esa plata es otra cosa. No la conocemos, no sabemos que propiedades tiene.

Acá tenés otra cosa: "Carne con aroma de bosque, verdura con un suave olor a trufas negras o pescado con un toque de esencia aromática de aceite de romero, estos son sólo algunos de los platos que se pueden cocinar con una nueva microcápsula para aroma que desarrollaran, desde los laboratorios del Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo de la Universidad Politécnica de Valencia, en colaboración con el restaurante y sucursal. La microcápsula desarrollada por los científicos están hechas por una sustancia llamada ciclomectrina y se puede aplicar a cualquier alimento, lo fundamental es que su estructura sea porosa, así los alimentos que más se adecuan a poder impregnar estas microcápsulas aromáticas son las frutas y las verduras." Bueno, entonces no se sabe que riesgos se corren, y tampoco nadie se pregunta para qué, o qué necesidad tenemos. ¡A mi me gusta carne con aroma a bosque! ¿Ustedes saben porque el perfume se llama perfume? Perfume sale de *per fumo*, de humo. El humo fue el primer perfume que se le impregno al hombre, el hombre después que descubrió el fuego, hizo la fogata adentro de la caverna y salió con olor. Yo hago, me gusta hacer ahora para fin de año, hacer mi lechón a las brasas, y bueno, como todo viejo tenemos nuestras cosas, yo le doy un toque de sabor, metiéndole después que estén todas las brasas, abajo, a lo último, y ahí yo tengo un arbolito de laurel y le meto hojas de laurel. Ese gusto a laurel se queda impregnado. Ellos te lo presentan como...

Traje una revista española que se llama Consume Deroki; trae como alimentarte bien; es muy interesante, todos los alimentos, pero te presenta esto como avance tecnológico. ¿Tecnológico? ¿Nadie se pregunta, no? Entonces hay una utilización de las palabras, encapsular el aroma, pero

para disfrutar el aroma tenés que tragarte la cápsula y después...

**B:** ¿Y a nivel nacional, estás al tanto de cuál es el desarrollo en las nanotecnologías; a nivel de Uruguay?

**I:** Está trabajando el Polo Tecnológico de Pando, tiene un sector de nanotecnología, y Mombrú, él dice, de que, lo que tiene de interesante la nanotecnología es que todos están arrancando ahora, entonces, para un país como Uruguay a pesar de todas sus limitaciones hay muchos nichos donde todavía poder colarse, ese es el argumento de él, aunque no es tan así, creo que no tenemos gente preparada, además esto va a cambiar la enseñanza desde la escuela primaria. Estamos asistiendo a otro mundo, otra concepción, en vez de hacer las cosas de lo grande a lo pequeño, vamos a ir de lo pequeño a lo grande, y ellos tienen esa visión. Están trabajando en unas telas o algo así para injerto de piel, cuando gente que ha tenido accidentes o quemaduras o que se yo, una piel artificial que se la ponen y no genera rechazo. Además, yo no sé cuánto vale un microscópico atómico, no sé si existe alguno en Uruguay, creo que no.

**B:** Entonces, en Uruguay, ¿no ves que valga la pena buscar una posibilidad para invertir? ¿No abre oportunidades?

**I:** La verdad que no sé. Tendría que haber una discusión mayor a nivel académico y a nivel de toda la sociedad. Porque de todas maneras, el bloque del problema, es quién maneja esto. Suponete que ahí en el Polo Tecnológico de Pando, logran hacer y tienen suceso, pero después eso tienen que patentarlo; patentarlo sale un huevo y la mitad del otro, y si te dejan patentarlo. Porque lo que hacen las grandes empresas; vos no vas al Municipio acá a patentarlo, tenés que ir a patentarlo a los Estados Unidos, en Estados Unidos hay un bufete de abogados especialistas en impugnar patentes, entonces va el Polo Tecnológico a patentar allá, lo más probable que te salten, un bufete de abogados diciendo que la empresa que ellos representan ya posee una patente similar o que se la copiaron a un producto que ellos tienen que sé yo, y ahí empieza un litigio que cuesta millones de dólares, y no se libera la cosa hasta que por lo general terminan arreglando: ¡patentamos a medias o...!

**B:** ¿En este contexto no ves muchas posibilidades para Uruguay?

**I:** La verdad, en el mundo que vivimos no. No porque... Es una nueva tecnología enquistada o metida en una sociedad que en el mejor de los casos está igual que hace un siglo, pero en la realidad vamos para atrás. Supongamos que en Pando descubren una forma de, lo que hablábamos de encapsular algún agrotóxico, y eso, ¿lo vamos a aplicar acá en Uruguay? ¿A beneficiar a quién? ¿A los argentinos que están llenando el Uruguay de soja? ¿A quién? Entonces, esta es la demostración de que una nueva tecnología como esta no la podés mirar como algo aislado verdad, hay que mirarlo en el contexto que se está dando, en qué tipo de sociedad se está dando.

**B:** Entonces en ese contexto vos ya nombraste muchas cosas...

**I:** Además no estamos preparados. Yo me ofrecí ayer, al compañero que está en el tema de Salud y Seguridad del PIT-CNT: ¡Che!, cuando quieras damos una charla de nanotecnologías. Todavía no les entra en la cabeza a los compañeros, parece una cuestión mágica, de ciencia ficción. Ya están fabricando un tanque de guerra que es invisible y eso es algo muy difícil de tragar, y eso...

**B:** En lo concreto, en lo que es la desigualdad social, ¿vos qué vinculación encontrás entre el desarrollo de la nanotecnología y la desigualdad social? Vos nombraste hoy la desigualdad social, o sea, como que te adelantaste a esta pregunta, vos estableciste un vínculo entre ellos...

**I:** Cuando se clausuro el seminario, en el Paraninfo, en la sala Maggiolo, y bueno yo al final hice un comentario ahí, provocando, hay que provocar, creo que es por donde pasan las cosas; todos los días estamos hablando de revolución, y del concepto de revolución. Si vamos al término, revolución es un cambio drástico y rápido de un estado de cosas por otro, verdad. Entonces, con ese criterio hablamos de revolución en el transporte, en las comunicaciones, revolución en la medicina, y hasta ahí fenómeno, pero si salimos a hablar que también es necesaria una revolución social, ahí vas en cana. Entonces ese es el atraso que nosotros tenemos. Hay demasiadas revoluciones tecnológica y que se yo; ¿y en lo social?; Tabaré renuncia al Partido Socialista porque le critican la ley del aborto, ¡no seas malo! Pero con esas mentalidades van a jugar las nanotecnologías, son las mismas cabezas... Bueno, pero está es una demostración de en que en medio está aterrizando...

**B:** ¿A quiénes identificas como incluidos y excluidos de las nanotecnologías? ¿A quiénes ves como grupos de excluidos e incluidos a nivel de la sociedad?

**I:** Yo creo que están incluidos un grupo de científicos que están trabajando con muy buenos salarios para la compañías transnacionales, están incluidos los accionistas y gerentes de están compañías transnacionales, y el resto, o somos consumidores pasivos o vamos a ser víctimas, porque vamos a estar trabajando sin saber como protegernos y que precaución tomar, y agravado, seguramente, por una pérdida muy grande de fuerza de trabajo en una coyuntura económica como las que estamos viviendo. Los excluidos más que excluidos perjudicados. Está es mi teoría, esto va a dar cada vez más poder, y cada vez con mayor control sobre los excluidos.

**B:** Estamos volviendo al inicio de la conversación.

**I:** Es que, van a poder meter un esqueleto complementario que te permita correr 50 kilómetros sin cansarte pero vale tanto. Te van a meter un chip y al otro día sabés un idioma nuevo pero ta...

**B:** ¿Entonces no son cuestiones tecnológicas, los problemas son sociales? Revoluciones tecnológicas pero ausencia de una revolución social.

**I:** Yo creo que también la posibilidad de, porque vos decís: ¿quién puede estar en contra de eso? Un tipo, un violador le meten una pulsera y a ese tipo lo controlan, donde quiera violar a alguien y se le aceleraron las palpitaciones, dos golpes por segundo y ya tiene al milico al lado. Pero esa capacidad de control te la van a poner si sos violador, si sos asesino serial, o si sos militante social, también te van a poner una pulsera de esas para saber dónde andas, que estás haciendo, y con algún dispositivo que según lo que está diciendo te afloja el esfinter y te cagás, y te...

## B.7 Fuentes documentales

### Fuente documental 1

**Título:** “Uruguay estrena centro tecnológico para aumentar la competitividad industrial. El Centro NanoMat, de la Universidad de la República, busca incentivar los estudios de nanotecnología”.

**Fuente:** Emol. Tecnología. En

<http://www.emol.com/noticias/tecnologia/detalle/detallenoticias.asp?idnoticia=301600>

**Fecha de publicación:** 23/04/2008

MONTEVIDEO.- La Universidad de la República estrenó el primer laboratorio de nanotecnología de Uruguay, con la pretensión de mejorar la competitividad industrial del país, subrayó hoy el director del Polo Tecnológico de Pando, Álvaro Mombrú.

El funcionario explicó que esta nueva unidad de investigación, denominada Centro NanoMat, servirá para incentivar los estudios en el campo de la nanotecnología, una disciplina centrada en la síntesis y la manipulación de materiales y sistemas a través del control de la materia a escalas mínimas.

Los resultados de las investigaciones pueden “ayudar” a la industria uruguaya a ser “más competitiva,” reconoció el director del Polo Tecnológico, situado en la localidad de Pando, dentro del departamento de Canelones.

Recubrimientos para implantes médicos, fármacos que se dosifican en el lugar donde el organismo los necesita, envases inteligentes, textiles que no se mojan y celdas de recepción de energía solar son algunos de los materiales que pueden desarrollarse gracias a esa disciplina científica.

Para Mombrú, quien aseguró que se dará “énfasis a la aplicación de los estudios en el sector productivo,” la nanotecnología se está consolidando desde comienzos del siglo XXI como “una nueva revolución industrial,” por el “vasto” campo de aplicación que tienen sus derivados.

Además del desarrollo de esta novedosa rama científica, el Polo Tecnológico de Pando promueve el conocimiento generado en la Universidad de la República para apoyar el desarrollo productivo en los sectores farmacéutico, alimentario y medioambiental.

El presidente del Gobierno uruguayo, Tabaré Vázquez, inauguró ayer el Centro NanoMat del Polo Tecnológico de Pando, cuyas instalaciones han sido remodeladas con el apoyo de la Comisión Europea.

El embajador de la Unión Europea en Uruguay, William Hanna, destacó, durante la visita realizada ayer al laboratorio, el trabajo de los jóvenes investigadores uruguayos que aplican sus conocimientos en un proyecto que definió como “muy sólido y relevante.”

A la visita también asistieron la ministra de Educación y Cultura de Uruguay, María Simón, y el rector de la Universidad de la República, Rodrigo Arocena.

Es necesario recordar que Uruguay es uno de los países que se perfila como un punto de desarrollo tecnológico en la región, que compite por convertirse en el más fuerte ante otros como Chile o Argentina.

## Fuente documental 2

**Título:** "Nanotecnología - Ciencia y ficción: entrevista con Dr. Álvaro Mombrú"

**Fuente:** L.A.I. Cine y más (Por: Lithium). En

[http://laicineymas.blogspot.com/2009/09/nanotecnologia-ciencia-y-ficcion\\_21.html](http://laicineymas.blogspot.com/2009/09/nanotecnologia-ciencia-y-ficcion_21.html)

**Fecha de publicación:** 21/09/2009

Desde abril de 2008 funciona un laboratorio de Nanotecnología en el Polo Tecnológico de Pando, dependiente de la Facultad de Química. Charlamos con su Director, el Dr. Álvaro Mombrú quien respondió todo tipo de incertidumbres hacia la tecnología que junto a su equipo aplican en un pequeño laboratorio a un costado de la ruta.

Llegando a Pando (Canelones) se nos ocurrió realizar un pequeño experimento y consultando en tres comercios distintos observamos las caras de las personas quienes no tenían idea de a qué nos referíamos con la pregunta "¿tenés idea de cómo llego al Polo Tecnológico?" Nueva impresión causaba la aclaración "es donde está el laboratorio de Nanotecnología" y fue sólo en el tercer comercio cuando aclaramos "es de la Facultad de Química" cuando una joven nos indicó cómo llegar a nuestro destino y con una sonrisa nos dijo "yo estudio Química". Ya en las puertas del Polo Tecnológico de Pando y tras pasar por una gruesa reja un guardia nos cortó amablemente el paso, luego de anunciarnos por teléfono nos entregó una tarjeta con la palabra *visitante* y nos indicó cómo llegar hasta la puerta. Esta se abrió suavemente y una voz cálida nos dijo "bienvenidos al NanoMat". La similitud cinematográfica hacía entrever una amena entrevista. El Dr. Álvaro Mombrú estrechó manos con una sonrisa a la vez que agradecía rápidamente y nos llevaba al mismo tiempo hacia un ascensor plateado. Al pasar por una puerta abierta y una ventana generosa nos indicó "ese es el laboratorio, pero después bajamos y lo vemos mejor"... Una puerta abierta, nada más. Al subir a la sala de conferencias un zumbido se escuchaba a lo lejos, un grifo goteaba y afuera, la naturaleza emitía sus sonidos. El Dr. Mombrú ofreció café y la charla comenzó.

## ¿Qué es la Nanotecnología?

La Nanotecnología es una rama tecnológica nueva. Tiene que ver con el tratamiento de la materia a escala nanométrica. Esto implica la millonésima parte de un milímetro o la milésima parte de una micra. Realmente es muy chico. Planteando incluso en términos de orden uno tiene el planeta Tierra, tiene una pelota de fútbol, bueno, la relación de lo nano con la pelota de fútbol es lo mismo que tiene la pelota con el globo terráqueo, para que nos hagamos una idea a nivel de orden de pequeñez que estamos hablando.

Dentro de eso, que de hecho muchos dan en llamar Nanotecnologías, hay varias posibilidades. Desde nanomateriales que son materiales propiamente concebidos como nanométricos; desde materiales nanoestructurados que son materiales que eran comunes pero se hicieron defectos en escala muy chiquitita y ahora son nanoestructurados; Nanobiotecnología; o simplemente materiales que pueden ser de aplicación en electrónica...

Siempre termino usando la palabra "materiales". Conversando con una persona tiempo atrás le dije que quizá dentro de veinte o veinticinco años no se hable más de la Nanotecnología, no exista. Porque cuando pasa a ser tan común que todo es nanotecnológico ya no se habla más. Se habla de materiales que es la rama madre que dio origen a esto. Todo lo que venía haciendo el hombre en el siglo XX trabajando con materiales, los que se dieron cuenta de los semiconductores y pasamos de la válvula al transistor y del transistor al chip, toda esa evolución, la continuidad natural (quizá no tan natural porque en realidad fue bastante disruptiva) es la aparición de la Nanotecnología.

Comenzó con el descubrimiento de una molécula, el carbono 60, y eso gatilló que se traba-

para en nanotubos de carbono y de allí creció a todo lo que se conoce hoy. Pero es materiales. Es muy posible que dentro de unos años sea tan común que todo sea nano que se pierda la expresión. ¿Para qué vamos a llamar nano a algo si todo lo que se hace a nivel de materiales es nanotecnológico? Por eso uso nombres abarcativos como “nano” y “materiales”. El Centro NanoMat es Centro de innovación y desarrollo en Nanotecnología y Materiales, ¿por qué? Porque no hay que perder la raíz. Todos los que hacemos Nanotecnología de cierta edad, venimos de otras ramas porque la nano como tal no existía. Todos venimos de Física de materiales, Química de materiales, materiales cerámicos, materiales poliméricos, y sólo los jóvenes que se están formando ahora tienen una formación específica en nano. Esto es justamente lo que tiene cuando algo es nuevo.

En nano se encuentran distintas vertientes: Químicos, Físicos, Biólogos, Ingenieros de materiales, Ingenieros electrónicos, cada uno viendo la Nanotecnología desde su enfoque y cada uno haciendo nano en forma muy distinta. Un Químico haciendo esto se va a preocupar por la composición del material, se va a preocupar por espacialmente cómo se dispone ese material. Un Físico estudiando Nanotecnología se va a preocupar más probablemente por las diferencias que tiene en sus propiedades ese material nano con el que no era nano. El Ingeniero se va a preocupar por usar eso, que no le interesa lo que es, para un dispositivo. Digamos que el Químico es el que lo ve menos como “caja negra”, el que lo ve más por dentro, aunque se pierde en el uso. El Ingeniero es quien lo ve más como “caja negra” aunque enfatiza totalmente en el uso que va a tener. Depende con quien charles o en qué te enfoques la Nanotecnología adquiere distintos niveles, distintas caras. Hacer Nanotecnología es sintetizar un material, nuevo o no, en un nanomaterial. Ejemplo, nanotubos: nanotubos de carbono, inorgánicos, de óxido de titanio, de óxido de zinc. Eso es nano visto para un Químico que hace síntesis de nanomateriales. Para un Físico que trabaje en esto no necesariamente le va a importar cómo se hizo ese material pero sí le va a importar las propiedades que tiene ese material, cómo encajan con todo lo conocido. Un poco aquello de encajar dentro de las leyes ya conocidas. En particular lo que tiene la Nanotecnología con la Física es que desafía los conocimientos previos de los materiales porque entramos en un mundo Cuántico, a una escala donde la propia Física es distinta. Los Ingenieros lo que van a hacer es tomar ese nanotubo que sabe que tiene determinadas propiedades porque el Físico lo vio y lo sintetizó un Químico y pensar, “bueno, puedo hacer un puente con nanotransistores por ejemplo”.

En Medicina por ejemplo se usa Nanotecnología para la administración controlada de fármacos, tanto en salud humana como sanitaria animal. Ese control implica dosis más bajas, que actúen en el lugar justo, que estén disponibles cuando el organismo requiera que estén disponibles, un montón de cosas. Esto también es Nanotecnología, más discutida porque están en el límite de tamaño en muchos casos. Hay quienes dicen que es nano todo aquello que esté por debajo de los cien nanómetros y algunos de estos dispositivos para transportar drogas superan esos cien, no mucho pero ya el hecho de que supere para los puristas de la nano deja de ser nano. En Nanotecnología hay que ver las cosas desde un punto de vista abarcativo más que por una definición y cerrarse a esa definición. Ese es otro aporte que tiene la nano, el aporte a través del trazado de moléculas para diagnóstico, el envío de un producto activo a un lugar exacto donde quiero que actúe. Pensando en este mismo concepto podría decidir encapsular no fármacos, no algo para darle a un animal o a una persona, sino un plaguicida. Con lo cual estoy logrando menos cantidad de plaguicida por metro cuadrado, de forma más amigable con el medio ambiente y el plaguicida afecta directa y mucho más efectivamente a lo que quiero combatir.

Después siempre está la magia con la que empezó la Nanotecnología, que tiene mucho de verdad, puede haber un tinte de ficción pero en general tiene mucho de verdad. Esto es materiales con propiedades muy especiales que se pueden usar en tejidos, ropa, etc. Tengo por ahí una imagen donde hay una persona con la mano apoyada en un vidrio y del otro lado a soplete están tirando una llamarada enorme a una temperatura brutal y ni el vidrio, ni la mano, sintieron algo.

Cómo pararse ante la Nanotecnología científicos uruguayos que hacen esto pasa por decidirse a qué área de ese amplio campo dedicarse, porque si quisiera abarcar todo no voy a hacer nada. Aquí es donde parte en buena medida las posibilidades de desarrollo de la Nanotecnología en el Uruguay. De hacer un enfoque estratégico adecuado en aquellas cosas que son posibles, que son viables, que son de interés para una sociedad como la nuestra, que tiene mercado. Lo que no debe pasar es que en cinco años el ciudadano promedio que escuchó hablar de esto se pregunte ¿en qué quedó la Nanotecnología en el Uruguay? De esta forma se perdería la esperanza de que algo con potencial de aplicación pueda llegar en Uruguay justamente a la aplicación. Aquí tenemos una responsabilidad grande de que no quede en palabras, de que no quede en lo básico, de que nos animemos a dar un pasito más porque se corre el riesgo de que la población no aliente este tipo de emprendimientos que, particularmente en nuestro caso, va a modificar la producción de muchísimos productos y por qué no, hasta exportación de productos al exterior como materias primas. Ahí se nos va la vida misma en un país como el nuestro. Ganar como exportador en materias primas en donde empiece a primar lo nanométrico, no porque se le incorpore Nanotecnología pero que se usen recursos de la Nanotecnología para estudiar o transportar esa materias primas, nos vamos a acordar. Por eso debemos aprovechar desde ahora que todo está en una etapa más bien primaria a nivel mundial en relación a pocos años de vida. Ahora, si uno se pone a pensar en la cantidad de investigadores, la cantidad de millones que se utilizan para investigación esos pocos años han rendido por muchos. Uruguay puede destacar aunque sea en dos cosas y tener conocimientos generales como para que en otras de importancia nacional haya recursos humanos que puedan entender, interactuar. Aunque más no sea hasta por la adquisición de tecnología para evitar que nos vendan, de vuelta, la “caja negra”. Es importante que haya desarrollo, lo está habiendo, estamos todos muy contentos. Es probable que Uruguay en un futuro sea respetado razonablemente en relación a Nanotecnología y su conocimiento.

### **¿Qué apoyo tiene el Polo Tecnológico de Pando y cómo se financia?**

Nosotros tenemos financiamiento sin dudas de la Universidad, la masa salarial de muchos de nuestros investigadores es universitaria. También nos postulamos a proyectos como CSIC, la UdelaR desde otra de sus aristas nos apoya, nos postulamos a fondos concursables varios y tenemos un apoyo muy importante que es el de la Unión Europea a través del proyecto Innova Uruguay. Este proyecto de cooperación bilateral firmado el 25 de febrero de 2008 entre nuestro Gobierno y la Unión Europea le permite al Polo, en este marco, ser uno de los beneficiados junto con el Instituto Pasteur y el Centro de Ensayo de Software. Para nosotros es un apoyo importante, además tiene un apoyo previo que era el programa Enlaces entre la Unión Europea y la UdelaR el cual fue fundamental para equiparnos. Evidentemente, por más apoyo que la Universidad quiera dar estamos hablando de equipos que por ejemplo tienen un costo de más de U\$S 400.000 en algunos casos. Por supuesto que tiene que venir un subsidio de alguna naturaleza y en ese sentido la Unión Europea juega un papel importantísimo. También hay rubros y recursos que apoyan y aunque no son tan grandes como uno quisiera se nota un crecimiento. Es importante trabajar con una interacción de tipo público, privada, Universidad, academia, consejo productivo que están en el fin mismo de lo que es el Polo Tecnológico de Pando el cual fue generado por la Facultad de Química justamente para eso. Estos recursos se utilizan entre otras cosas para retroalimentar áreas de investigación, mantenimiento, etc.

**¿Se conoce a su criterio por la población el NanoMat y el Polo mismo en cuanto a la potencialidad y actividades que se desarrollan? ¿Se interesan los distintos medios de comunicación por saber qué se hace aquí?**

Sí. Yo diría que el Polo ha levantado muchísimo en visibilidad. Creo que tiene que ver con el

lanzamiento que hicimos el 27 de noviembre de 2007 con el cierre del programa Enlaces y realizamos este lanzamiento de la totalidad de nuestro equipamiento. A partir de allí hubo un levante bastante grande en cuanto a consultas que se reafirmó muchísimo cuando el 22 de abril del año pasado vino el Presidente de la República. Una semana después en San Javier dio su oratoria al Consejo de Ministros y habló durante doce minutos del Polo Tecnológico de Pando. Fueron tres instancias realmente de mucha importancia para la visibilidad del Polo hacia el exterior y pasamos de salir nosotros a mostrar lo que hacíamos a recibir gente consultando sobre nuestro trabajo. Con esto me refiero a desde aquel que tiene una empresa hasta un productor que se le ocurre que aplicando este tipo de conocimiento puede mejorar su producto. Esto no quiere decir que todas las consultas terminen en algo pero ya no deja de haber un ring en la cabeza y sabemos que hay otro tipo de posibilidades para hacer las cosas. En ese sentido el Polo es de puertas abiertas, les dieron un cartelito que parece que no, pero lo es. Sabemos que en la esencia de nuestro trabajo está en el agrado, en que se sepa que se hace aquí, que la gente se interese, en fin. Sabemos que al ciudadano medio uruguayo no le llega mucha información sobre Ciencia y Tecnología y cuando llega es algún estudio del exterior muy resumido y acotado a un informativo por ejemplo. Pero de todas maneras lo que hemos notado es que en dosis pequeñas el uruguayo medio tiene ávido interés en saber qué se hace en Ciencia y qué se hace en Uruguay en Ciencia. Yo siento que tenemos simpatía por parte de la gente y debemos tratar de retribuir.

### **¿Cuál es el proceso para realizar algo en Nanotecnología?**

La Nanotecnología está llena de procedimientos de preparación que se aplican dependiendo de químicamente quién es el que uno quiere por ejemplo envolver para formar un nanotubo o encapsular, etc. En ese sentido el laboratorio NanoMat que se dedica fundamentalmente a materiales, tiene ciertas "recetas" muy claramente establecidas. Por eso, en mi opinión personal, creo que esto genera la posibilidad de que jóvenes vayan al exterior por tiempos cortos (dos o tres meses) y vuelvan con conocimientos que se puedan aplicar acá. Eso tiene de bueno la rapidez del retorno que se le hace al grupo de trabajo ya que esa persona fácil y rápidamente puede transmitir lo que aprendió. Uno puede ir aumentando progresivamente las capacidades que un lugar de trabajo tiene y es importantísimo explotarlo. Ahora, volviendo a tu pregunta, por ejemplo las nanopartículas es uno de los materiales que se pueden crear. Cuando uno habla de manipulación no siempre se hace a la idea de que muchas veces nuestro trabajo consiste en poner algo en un horno a determinada temperatura, en un baño de ultrasonido o en un autoclave hecho a propósito para estos fines y esperar, más que manipular materia. No estoy con pinzas tomando algo y colocándolo de determinada forma sino que simplemente el material queda así.

### **Se desencadena un proceso natural ¿verdad?**

Claro. Dentro de un reactor determinado, llámese autoclave, llámese horno, etc., se hace un proceso en el cual yo lo hago ingresar "no nano" y lo saco "nano". No es que yo esté manipulando, ni con tapaboca ni nada, no es así. Simplemente estuvo todo el tiempo delante de nuestras narices, me refiero a todo el siglo XX, y hasta que a alguien no se le ocurrió no pasó.

Les cuento una anécdota: en el año 1992 yo estuve en el exterior y conocí a quien se le ocurrió esto. Recuerdo al tipo saliendo de su laboratorio, el cual era totalmente normal, muy despeinado y acelerado. Al verlo daba la imagen de que tenía algo muy importante entre manos. Luego, al año, estando yo en Inglaterra recibo una llamada diciéndome que Tenne, así se llamaba: Reshef Tenne, había logrado un "golazo". Esto era que se había dado cuenta lo que había que hacer para lograr nanotubos de materiales inorgánicos. Vio los nanotubos de carbono y dijo: "yo podría llegar a tomar carbono o grafito, laminarlo... si tomo compuestos que sean tan laminares como este, sulfuro de molibdeno por ejemplo y le aplico no lo mismo porque esto es carbono,

pero igual ya sé lo que tengo que hacer y se me curva"... y se curvó. Pasa por tener ideas. Estuvo siempre delante de nuestros ojos, alguien se tenía que dar cuenta.

No imaginemos, que también lo hay, que manipulo átomo por átomo. En general lo que se hace es bastante más rústico, por eso la oportunidad para Uruguay. En lo rústico puede salir igualmente un producto que tiene ventajas comparativas. Lo otro también lo hay, la manipulación, la Nanolitografía, lo de saco átomos acá y allá, pero eso no se hace en el NanoMat. Eso está muy lejos de nosotros. Quizá algún día se haga, quizá le va tan bien a Uruguay en las áreas más rústicas que vienen inversiones de todos lados y decimos "ya que estamos damos el salto". Por eso al ojo del que trabaja en nanomateriales que antes trabajaba en materiales, el mecanismo es el mismo. Hago la mezcla, pongo el budín a cocinar y luego lo saco.

**Entonces, la idea de que ustedes lo que hacen es dar el puntapié inicial de un proceso y este se desencadena solo, se autoconstruye, ¿no es errada, es así?**

Sí. Como por arte de magia. Magia Química.

**¿Es un proceso propio de la Nanotecnología? ¿Qué diferencias o ventajas tiene con un proceso común?**

En cierta medida sí. Pero es un poco más básico de lo que el colectivo se imagina, por lo menos desde un punto de vista de lo que el operador tiene que hacer. El concepto que tiene un químico de mezclar cosas y ponerlas a determinadas condiciones de temperatura, presión, atmósfera, etc., para obtener otra cosa distinta es válido para nano y para todo. Lo que diferencia a este proceso es no sólo la rapidez con que se construye sino principalmente que el material queda con propiedades nanoestructuradas. Cuando uno tiene un material que no es nano tal vez no es atraído por un imán, si es nano tal vez sí lo sea. Cuando uno tiene un material no nano tal vez sea verde, cuando es nano puede ser verde, azul, amarillo, violeta...

**¿Puede ser como ustedes quieran que sea?**

Quizá sí, quizá hay algunos casos que se llega a un punto que uno puede elegir la tonalidad. Cambian las propiedades. Es como redescubrir un mundo nuevo. Por ejemplo los nanotubos de carbono son de un material durísimo pero a la vez muy flexible. Ese es el potencial que tiene la Nanotecnología.

**¿Hay algún riesgo en lo que se hace en el NanoMat? ¿Hay posibilidad de que el resultado no sea el esperado?**

Ningún riesgo. Para nada. Los materiales y su proceso están bien estudiados, controlados y se sabe bien qué va a pasar. A nivel europeo hay un consenso de que si uno comercializa nanopartículas o algo en forma de nanopartículas, debe viajar siempre en un vehículo líquido o en un fluido porque en la medida que lo transporte así no tengo riesgo de aspirarlas o de que pierda alguna en el aire. Está confinado. Entonces a nivel internacional es esa la regla: evitar que estas partículas ingresen al organismo sin pedir permiso.

**¿Cuál es el riesgo si esto ocurriese?**

Si las aspiraras podría llegar a pasar algo. De todas maneras los estudios en animales no han demostrado cuál sería el riesgo para los humanos. Además científicamente no cuesta nada ponerlas en un medio líquido antes de saber si efectivamente hay tanto riesgo. En animales, los estudios que se están realizando son más bien a nivel celular. Ver el ingreso y cómo atraviesan

distintas barreras. Si a nivel celular a un ratón le causa tal cosa, lo más probable es que a nosotros nos cause lo mismo. Eso es aproximadamente lo que se intenta estudiar. También es bueno aclarar que esto sucedería en las condiciones menos controladas. Por ejemplo en Medicina lo que se utiliza son nanosomas que es una cosa completamente distinta. Estos nanosomas son disueltos y asimilados por el organismo al entrar en él porque los tejidos son los mismos que tenemos en nuestras membranas celulares. Es cero toxicidad. No es ni metal ni cerámico como las nanopartículas. Es más, en la jerga se les llama encapsulados. Cuando se encapsula una droga o lo que fuere, lo que se busca es que ese material sea biocompatible. Lo mismo que antes mencionaba para los pesticidas y demás.

### **¿Cuáles son las medidas de seguridad en el NanoMat?**

Las mismas que en cualquier laboratorio. Uno puede entrar y salir sin necesidad de ningún filtro ni nada. El NanoMat es por Nanotecnología y materiales. Esa "y" quiere decir que nosotros también hacemos materiales comunes. Las medidas de seguridad son normales y para lo que es nano también. Los nanomateriales están seguros y enseguida son entregados en correctas medidas, etc. No hay riesgo ninguno de que las nanopartículas anden volando solas o de que se las lleve uno pegado en la ropa.

### **¿Y en los laboratorios donde sí se realiza manipulación átomo por átomo?**

Son lugares muy controlados y te digo por qué. Si tú te pones a pensar que cualquier polvo ambiental es mil veces más grande que el átomo que vas a mover indudablemente para hacer manipulación de átomos se necesita un área limpia, blanca, con varios filtros de pasaje, donde la persona a su vez se tiene que arropar especialmente, no puede entrar con la ropa de la calle, etc. Esa manipulación se hace generalmente en campana o hasta en vacío con honestamente riesgo cero. Además el fruto que se obtiene es algo muy chiquito para ser usado por ejemplo en electrónica. Se lleva, se incorpora a una placa y ya se utiliza. Realmente riesgo cero, ojalá tuviéramos algo así en Uruguay.

Es natural preocuparse, además uno tiende a pensar que las cosas por hacerlas más rápidas salen peor pero, salvo en el hecho de controlar las nanopartículas no existe otro riesgo y realizar este control es realmente muy fácil. No veo que haya un problema grande en ese sentido. Puedo equivocarme, puede salir en tres años un artículo de alguien diciendo que la nano trae también problemas por otros lados. Dado lo que conozco hoy, lo veo muy difícil. Pensemos que aunque hablemos de manipulación de átomos existe mucho mayor riesgo en manipular otras cosas como virus y sin embargo se hace todos los días de forma controlada.

### **Debido a las condiciones atmosféricas, presión, temperatura, etc., las mismas que hablamos para el laboratorio pero esta vez dadas en forma natural, ¿hay posibilidades de que el producto ya terminado y en uso cambie sus propiedades?**

Pudiera ser sí. A nivel químico sí. Que en determinadas condiciones se vaya oxidando o algo. De todas formas no habría riesgo de que se aspire ya que seguirían en el sitio. Afectan su función.

Sería un poco negligente el lanzar un producto que con el tiempo se oxide sin que la empresa se haya dado cuenta antes porque ¿qué va a ocurrir, que haga daño a la persona? No, va a ocurrir que no va a ser efectivo. Compraste algo que no sirve. Cuando no hay una satisfacción del cliente, dejan de comprar y a la que le va mal es a la empresa por un tema comercial. La empresa misma es la primera que investiga en estos temas porque le va la vida en eso.

### **¿Cuál es la utilización de Nanotecnología en alimentos?**

En alimentos se utiliza por ejemplo encapsulando moléculas que causan aroma, sabores, etc., y uno puede darle por ejemplo un alimento o un medicamento a un niño que nunca lo tomaría. De aquello que mi abuela decía “esto es muy bueno para la salud”. Uno puede aumentar la aceptabilidad organoléptica de los alimentos, puede proporcionar y estabilizar nutrientes en los alimentos que en condiciones naturales no eran estables, hay un montón de beneficios y soluciones que uno puede dar que les aseguro que las transnacionales están muy atrás de esa oferta. Ofrecer el alimento que me protege y me cuida conjuntamente con el alimento que me proporciona ácido fólico, minerales, vitaminas, omega 3 sin que se degrade, que dure más en conserva, que no se oxide el envase ni tenga mal sabor con el pasar del tiempo, etc. Las posibilidades son muchas y es por esta industria también por donde un país como Uruguay puede destacarse. Es importante el poder nutrir mejor a niños que muchas veces no están en las mejores situaciones y en general no se alimentan de forma correcta o con todos los grupos alimenticios que corresponde.

### **Además de lo mencionado, en Medicina ¿existe la posibilidad de regeneración de tejido, fortalecimiento de órganos, huesos, tratamiento de quemaduras, etc.?**

Nosotros estamos trabajando en eso en el NanoMat. En lo que tiene que ver con piel sintética e implantes. Cuando se habla de piel sintética estamos diciendo en encapsular un medicamento de manera que al aplicar la piel sintética el medicamento actúe de forma más eficiente en la región y con mejores condiciones sanitarias y de desinfección. En el caso de implantes, a nivel de recubrimiento por ejemplo, se sabe que un recubrimiento de ciertos productos sobre implantes metálicos de titanio aumentan muchísimo la dureza y en la medida de que se aumenta esto aumento la vida útil de un implante. Este recubrimiento de hidroxapatita es totalmente biocompatible porque es el mismo material que tenemos en los huesos, es componente fundamental de los mismos. Son muy importantes las aplicaciones médicas de esta tecnología y está muy en boga. El uso más cercano que le veo es la reposición de tejidos, en un futuro quién sabe.

### **¿Existe algún área tabú en Nanotecnología?**

Más que tabú hay ciertas áreas en las que no me parece correcto trabajar por un tema de tiempos. Hay quienes realizan encapsulados de nuevos fármacos ayudando a desarrollar estos nuevos fármacos. Nosotros trabajamos en encapsulados pero trabajar en fármacos llevaría mucho tiempo y dinero por lo cual a mi parecer, no debe centrarse Uruguay. Nuestro país debe centrarse en áreas que estratégicamente no estén frenadas.

Otra área que no tenemos ningún interés es el área militar. No es que el Ejército uruguayo nos haya venido a ofrecer algo, para nada, pero no nos parece ético ni de interés. Ni siquiera en indumentaria más eficiente ni mucho menos en armas.

### **¿Por qué le parece que a nivel internacional no hay legislación sobre Nanotecnología?**

Es una gran pregunta. Creo que va atrasadísimo este tema. Nosotros integramos el grupo de nanotecnología de las normas ISO y son muy pocas, recién están saliendo. Las razones son varias: primero el grado de inversión que recibió este tema porque era muy inminente el impacto económico importantísimo que iba a tener el cual creo que avasalló todo intento de tratar de controlar riesgos y demás. Me refiero con avasallar a comparación de velocidad. Lo dejó parado.

Todos sabemos que hay olas tecnológicas que han levantado regiones enteras, ejemplo Japón, sudeste asiático, haciéndole competencia nada menos que a Estados Unidos. Cuando la lección está bien aprendida por todos o te subís o te subís. Con la Nanotecnología pasó lo mis-

mo: “ah mirá, materiales nuevos, más eficientes, que hacen cosas impensadas, mucho más duros, matan microorganismos, hacen todo. Esto sería un mercado brutal, hay que invertir”. Realmente no se quedó nadie. Estados Unidos, Europa, Japón, sudeste asiático, China, India, están volcando fondos grandísimos, y cuando ya vemos ejemplos que sensibilizan más al Uruguay como Irlanda, Finlandia, Nueva Zelanda, Brasil, Argentina, Méjico, Chile. Cuando uno ve y siente que ya no es lejos en otro mundo, que esta carrera salió a correrla el mundo entero como todas las carreras que vendrán de aquí en más, es la oportunidad de subirte y darle bienestar y prosperidad a tu región o a tu país. Esos saltos cualitativos que ocurren cada 15, 20, 30 ó 50 años con suerte, tuvieron como contrapartida inversiones muy grandes a nivel Estatal, de empresas que se jugaban su supervivencia. Si yo hago este producto pero otro me saca el mismo producto pero nano, yo al mío no lo vendo más. Entonces, es natural que le gane por goleada a los intentos de estudiar el tema de seguridad que evidentemente recibieron mucho menos investigadores con ganas de trabajar en eso y con fondos mucho más limitados.

Además los riesgos tampoco son tan evidentes, porque lo que se llega a hablar siempre son dos cosas: la toxicidad de las nanopartículas que, si uno no las usa para ingerirlas o no existe el riesgo de aspirarlas, no habría mayores problemas. Tampoco estamos hablando de un veneno. Lo segundo es una preocupación aplicable a cualquier tecnología nueva emergente que es cómo va a cambiar nuestro mundo desde el punto de vista de fuentes de trabajo, calificación del personal requerido, etc. Cada ola tecnológica cambia de alguna manera las expectativas del mercado laboral, de lo que el que emplea busca y de lo que el que busca empleo puede llegar a hacer o requerir como conocimiento.

### **¿Se necesita y se visualiza una responsabilidad mayor por parte de los investigadores tanto en tecnología como en procesos y riesgos?**

Totalmente. Aunque no haya ninguna alarma roja creo que los científicos están bastante alertados desde temprano. No es que tuvimos 30 años de nano y “pah, sabés que las nanopartículas estas...” y tenemos allá en el fondo un galpón lleno de nanopartículas... o sea, no se llegó a eso.

Es importante saber que en esta tecnología se tiene siempre en cuenta el medio ambiente, no se utilizan procedimientos invasivos y sobre todo se utiliza muy poco de todo en un planeta donde los recursos son limitados.

El investigador es responsable de utilizar bien los recursos que muchas veces como en nuestro caso son públicos, como también es responsable de asegurar las condiciones de un buen mañana para nuestros hijos, nietos, etc.

Tampoco podemos estar tirando nanopartículas para arriba. Por más que las nanopartículas están presentes en la naturaleza desde el Hombre de Java... Pero, quién sabe cuántas, quién sabe de qué. No podemos aumentar esa cantidad porque sí: “ah tirá total hay”. En muchos sentidos debemos ser muy responsables y en esto vamos a controlarnos ya que en muchas otras cosas no lo hacemos, en esto sí debemos.

La Nanotecnología puede ser aplicada a casi cualquier rama de la actividad humana, está en quienes trabajamos con ella y en quienes la usan darle el destino más ético. Creo que con responsabilidad no será la Nanotecnología un problema a futuro sino una ventaja.

### Fuente documental 3

**Título:** “Innovación y desarrollo tecnológico hacia el futuro del Uruguay.”

**Fuente:** En ponencias del Seminario, *Ciencia, tecnología y sociedad*. Centro Cultural de España de Montevideo (CCE).

**Fecha de publicación:** 2008

### Introducción

Estamos en un período histórico muy importante para el Uruguay y para el mundo. Momento de desarrollos tecnológicos impactantes, que modifican la vida de los seres humanos en tiempos cada vez más cortos. Con la evolución informática se logran prestaciones cada vez más complejas, se automatizan y programan cada vez con más facilidad numerosas tareas de nuestra vida. Se vuelve inconcebible no estar comunicado. Las posibilidades de conectarse con otra persona son cada vez más variadas y no paran de sorprendernos, a aquellos quienes tratamos de alejarnos del vértigo de esos avances, sin entrar en un consumo irracional de todo lo que se nos ofrezca. La conexión a Internet hace que todos sintamos la idea de que todo lo sabemos, o que, mejor aún, todo lo que nos pregunten podríamos saberlo. El mundo se ha hecho más ancho y más cercano. Los tiempos se han vuelto más breves y al informar sobre cualquier parámetro –de tantos que miden nuestra actuación como personas, colectivos o países– han perdido importancia los valores que se informan, para resaltar más las tendencias o, incluso en algunos casos, predicciones de analistas de lo que puede ocurrir en seis meses, o un año, o incluso más tiempo –predicciones que, vale recordarlo, son opiniones, respaldadas por el prestigio y antecedentes de quien las emite–. En este mundo de vértigo, desarrollado por lo aparentemente accesible de la información y las comunicaciones, se podría estar corriendo el riesgo de justamente, sobervalorar aquello de que “la información es poder”, generando una idea de que cuanto más conectada esté una persona, más probabilidades de éxito tiene en el desarrollo de su tarea. En todo este marco, se plantea que la innovación y el desarrollo tecnológico son claves. Se trata de una muletilla que todos, en forma unánime, manejan. Algunos, porque lo han oído y suena moderno y por eso vale la pena repetirlo. En otros casos, porque tienen en claro los elementos que justifican tal afirmación. Sin embargo este último ejemplo, decirlo y saber por qué, no necesariamente va acompañado de una real creencia en su afirmación. Incluso en algunos casos, la cosa pasa por definir qué entiende cada uno por innovación y desarrollo tecnológico. En algunas corrientes de opinión y bajo determinados criterios, la mera importación de tecnologías en forma directa podría considerarse innovación.

Finalmente, está el tema de cómo definir estrategias de innovación y de desarrollo tecnológico para un país como el nuestro, Uruguay.

### Información

Respecto al primero de los puntos que nos proponemos desarrollar, está el tema información, magnificada y reverenciada como la meta de estos tiempos. Eso es un craso error. Se trata de un punto inicial, fundamental para poder hacer las cosas bien, pero de ninguna forma es garantía de nada, entre otras cosas porque mi vecino –competidor, podría ser– está tras la caza de la misma información y probablemente use los mismos mecanismos que yo en lograrla –siendo realistas, debe tener mejores–.

Pero se trata de un drama: la mayoría de los seres humanos que vivimos estos tiempos creemos que hay que estar muy bien informado y si duplico mi nivel de información mejor y si lo triplico, mejor aún, entrando en una espiral obsesiva que perjudica más de lo que favorece.

Se ven paradojas de gente que se siente muy ignorante por no disponer de todos los elementos que le gustaría tener para comenzar una tarea, por lo que al día siguiente busca más, y al otro más, sin darse cuenta de que el retener toda la información en un campo es imposible, porque es una carrera perdida antes de empezarla y termina posponiendo lo que realmente importa: imaginar, crear, hacer.

Porque en mi opinión esa es la respuesta: busco información para saber qué hacer –eso suena a “tengo predisposición de copiar”, lo que puede ser de todas maneras un nivel inicial de innovación o pre-innovación– o mucho mejor aun, para tener elementos para imaginar una nueva manera de hacer lo mismo o algo distinto.

Hacer es lo importante y lo que más se ha perdido de vista por buena parte de la población: informarse, para hacer.

Una vez localizado el valor de la información en su justo término, se puede relevar el tema información desde el punto de vista de la innovación y el desarrollo tecnológico en Uruguay.

Sin entrar en contradicciones, si bien informarse es solo parte del juego, definitivamente es una parte del juego y nada menos que la primera.

En ese sentido Uruguay está en muy malas condiciones –por eso aquello de que nuestro vecino debe tener mejores mecanismos para lograr la información–.

Nuestros investigadores científicos o tecnológicos no tienen acceso a bases de datos internacionales sobre bibliografía científica o tecnológica publicada en revistas con arbitraje internacional. No tienen acceso a bases que solamente les permitan encontrar los títulos de los artículos, lo que se trata del mínimo aceptable a nivel internacional, mucho menos a poder descargar artículos en su computadora. Las bibliotecas locales con mucho esfuerzo traen un número muy acotado de publicaciones en papel, que representan un porcentaje insignificante de la bibliografía disponible.

Esto, que puede ser visto como una hecatombe, podría subsanarse a mediano plazo, pues nos consta que autoridades nacionales han tomado real conciencia de este problema y están buscando soluciones al mismo, soluciones que por supuesto van acompañadas de inversiones.

Si bien el futuro se ve algo prometedor, la realidad al día de hoy es, de nuevo, la de no disponer de esta herramienta imprescindible. Cabe aclarar que los investigadores se las arreglan con colegas que viven en el exterior y que siempre los apoyan, o aprovechan sus viajes para perder buenas horas en las bibliotecas que visitan. Se resuelve a la uruguaya, lo que no deja de ser igualmente una enorme desventaja frente a pares de otros países que en segundos acceden a la información que necesitan.

En cuanto a patentes, existen disponibles en Internet algunas buenas bases de datos con interesantes motores de búsqueda, sin cargo alguno, de libre acceso. En este caso, la situación se salva bastante si bien no están comprendidas en este rubro bases de datos más específicas y detalladas en determinadas áreas.

En el caso de patentes, si bien uno podría pensar que la situación no es tan mala comparada con los artículos científicos, hay sin embargo algunos puntos para pensar.

Preguntas del tipo: qué busco o cómo busco o mejor aún, qué hago con lo que encontré, se vuelven de gran relevancia.

Es que hay algunas cosas que funcionan diferente en el mundo de lo aplicado respecto de lo básico –mis disculpas para aquellos a quienes esta división les disgusta o les parece errónea–.

El código dentro de lo básico es: puedo publicar lo que no se ha publicado antes, es decir, material inédito, por otro o por mí mismo –o sea no publicar dos veces lo mismo aunque sea mío–.

En lo aplicado hay varias cosas a tener en cuenta: mi motivación para realizar determinadas búsquedas, las que deben emanar porque hay un interés comercial detrás; la existencia de una patente no invalida lo que se pueda hacer, porque por ejemplo la patente puede haber caducado, o porque siempre se puede intentar realizar innovaciones en campos relativos.

Las complejidades de lo aplicado no terminan en ese punto, sino que pueden ocurrir problemas adicionales: un tema es inabordable porque todas las patentes las manejan un grupo reducido de empresas internacionales, o bien, ha quedado en desuso porque surgió una tecnología más ventajosa, o incluso, solamente se sigue adelante esta tecnología en determinados lugares con situaciones de contorno muy especiales –que pueden o no coincidir con las nuestras–. De esta manera, innovar con vistas a lograr desarrollos tecnológicos puede ser una apuesta mucho más arriesgada que lo previsto. Sin las herramientas adecuadas puede ser casi como lanzarse a la mar sin brújula, pero en una noche nublada.

Todo lo anterior sin olvidarnos de algo que planteamos antes: la fotografía del momento es importante pero mucho más aun la búsqueda de tendencias, y en este caso tan complejo en particular, la búsqueda de nichos de oportunidades, como norte hacia lograr que el riesgo de una inversión sea menor.

En este sentido el Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química, Universidad de la República, tiene dentro de su desarrollo previsto en el futuro próximo, la creación de una unidad específica en Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Para tal objetivo, cuenta con la inversión del proyecto INNOVA Uruguay, firmado por nuestro país y la Unión Europea, y con el apoyo de instituciones del exterior, especializadas en el tema, dispuestas a ayudarnos a incursionar decididamente en estas temáticas. En lo personal estoy convencido de que se va a tratar de un aporte de gran importancia para apoyar e impulsar la innovación en el sector productivo nacional.

En resumen, disponer de la mejor información posible es fundamental, pero filtrarla para jerarquizar la realmente importante resulta clave para no perderse en la cantidad y tratar de no perder la perspectiva de que lo que importa es hacer, siempre hacer.

## Innovación

**Por qué y para qué.** Son las preguntas más repetidas y una respuesta que se obtiene con frecuencia es: para mejorar la competitividad de nuestros productos y aumentar las exportaciones.

Se trata de una buena respuesta, porque es una afirmación cierta y proporciona una razón de suficiente peso como para dar el paso e innovar.

**Quiénes.** Los ejemplos de países desarrollados demuestran que los privados deben ser el motor de la innovación. Esto sin excluir a lo público, ya que empresas del Estado como por ejemplo ANCAP o ANTEL tienen mucho para dar en este sentido y ya están en obra.

Pero son los privados quienes tienen la responsabilidad de actuar como generadores de innovación en un país, ya que son quienes directamente recibirán los beneficios que de la misma se extraiga.

Cada día más hay estímulos en Uruguay para que los privados se animen a incursionar en esta actividad de riesgo.

Somos un país que se está equipando con instrumentos muy sofisticados, disponibles para apoyar a las empresas en su inquietud por innovar. Existen instituciones cuyo objetivo es el apoyo concreto a la innovación en las empresas. Se han votado estímulos fiscales para aquellas empresas que realizan actividades tendientes a la innovación. A todo lo anterior se puede agregar la futura próxima creación de Parques Científicos y Tecnológicos en territorio nacional.

Sin embargo, a pesar de todos esos estímulos, la respuesta empresarial es dispar. Hay ejemplos muy buenos de inversión interesante hacia el desarrollo, en tanto que existe en otro sector un cierto nivel de recelo hacia lo que ven como una actividad riesgosa. Sin dudas se trata de una actividad de riesgo, pero los estímulos descritos anteriormente contribuyen a bajar significativamente el riesgo y, como contrapartida, las empresas tienen la oportunidad de dar un salto cualitativo en su esquema de negocios.

**En qué áreas.** Esta pregunta es mucho más difícil de responder que las anteriores. Una res-

puesta muy común en Uruguay es: somos un país agroexportador, por lo tanto, hay que innovar en lo agropecuario. Ya entramos en terreno de lo opinable, y, como decíamos al principio, de la convicción que se tenga sobre la propia innovación. Un verdadero creyente en la innovación debería responder: en todo, hay que innovar en todo.

Incluso más, no sólo en lo que aumente nuestra competitividad y nos permita exportar más, sino incluso en aquellas cosas en las que innovando mejoremos la calidad de vida de nuestros compatriotas. Esta nueva visión hace que la primera respuesta de este ítem haya sido incompleta.

No solamente el móvil de obtención de beneficios económicos a través de exportaciones es válido para innovar, sino que la búsqueda del bienestar de la población también lo es.

En este punto se plantea una diferencia de procedimientos: mientras que en el primer caso la empresa es, en general, quien pone la problemática sobre el tapete y los agentes que resuelven problemas tecnológicos lo abordan, en el segundo caso, la problemática debe ser planteada por organizaciones varias de la sociedad, las que, sumidas en su propia tarea diaria, generalmente desconocen la existencia de innovaciones o incluso si en el país una determinada solución puede ser abordada por técnicos del país.

El primer punto es más fácil de caracterizar, por el propio móvil económico que empuja. El segundo es mucho más difícil, producto de una serie de conexiones que difícilmente se dan. A esta altura, cabe detenerse para jerarquizar temas que a veces en nuestra sociedad quedan de lado.

El acceso a la información, ya dijimos que es muy importante, fundamental, pero dista mucho de ser el cien por ciento de la cosa, como a veces peligrosamente se tiende a pensar.

Pero cuando se piensa en innovación, la creatividad es un factor básico, sin el cual es muy difícil pensar en lograr avances en la materia. La creatividad, vaya si se trata de un aspecto abstracto, de difícil definición, más difícil aun elaboración y, para los legos, mucho más difícil generación o estimulación. Además de todo, los que piensen que el exceso de información o el énfasis sobredimensionado en la información pudieran atentar contra la creatividad... podrían estar en lo cierto. Con el desafío que presentan áreas completas del conocimiento donde la actualización es clave para seguir adelante, dejar espacio a la creatividad parece complicado. La complicación se da a nivel mundial, por lo que se trata de un desafío a enfrentar, complejo y de gran interés.

El estímulo de la creatividad es algo en lo que algunas especializaciones o algunos países como tales han hecho un énfasis muy especial, sobre todo a nivel de los jóvenes, dándose cuenta de que buena parte del éxito en el desarrollo de negocios pasa por tener emprendedores con creatividad destacada.

Nuestro país en ese sentido ha manifestado en mi opinión una apatía muy grande, en donde se ha planteado en general una falsa oposición de "mucho trabajo serio y específico" contra "gente que busca golpes de suerte" (aquello de transpiración contra inspiración). El trabajo a la búsqueda de una salida ingeniosa y diferente, de nuevos niveles de referencia, de romper con lo establecido y reescribir desde más abajo, es una cosa, en general, por idiosincrasia nacional, no demasiado bien vista. Variar de temas, de áreas, sentir que los desafíos están al alcance para poder ser resueltos y no restringirse, no son conceptos fácilmente aceptados. En la Academia se considera, a veces, que el rigor de conocimiento se obtiene al cultivar el mismo tema toda una vida y el tocar varios temas tiene como consecuencia la menor especialización en cada uno de ellos. El conservadurismo nuestro, gran virtud para muchas cosas, nos impone en este caso una atadura pesada. Este lastre debe ser removido si se tiene la expectativa de que nuestro país tenga una actividad continua y útil en innovación –no necesariamente muy destacada, sino meramente útil–.

Si bien la información importa y la creatividad define muchas de las actividades de innovación, por lo que establecimos anteriormente sería ideal completar el ciclo con un aspecto al que

definiría como sensibilidad.

Sensibilidad para que el propio técnico, investigador e innovador, pueda definir y encontrar problemáticas que redunden en el beneficio de la sociedad. Por lo ya explicado, es difícil que actores que se enfrentan a diario a alguna problemática visualicen soluciones innovadoras y mucho más difícil aun que tengan claro que pudieran existir a nivel nacional quienes tengan las respuestas. Por eso es necesario que los propios investigadores desarrollen esa sensibilidad.

Se trata de un sentido desarrollado para determinar necesidades y buscar respuestas comprometidas con el medio ambiente y con la gente. Tanto la creatividad como la sensibilidad son, desde mi punto de vista, aspectos con un muy fuerte componente intrínseco, pero que se desarrollan al máximo potencial cuando el investigador pone voluntad consciente en querer que ello ocurra.

Toda esta discusión nos ha puesto en el tema de lo complejo que es desarrollar un sistema innovador nacional: dar ventajas fiscales, equipar, crear clusters, parques, pero además, generar recursos humanos destinados a la innovación, con las características anteriores... y más encima, que los empresarios creen en toda esta apuesta –no pasa por un acto de fe, simplemente cuando vea que a mi vecino le fue bien apostando a la innovación mientras yo sigo estancado, probablemente me atreva a seguir su ejemplo; el tema es encontrar a los primeros vecinos que se atrevan–. A lo anterior falta agregarle que también se requiere innovación con fines sociales, para completar el cuadro.

Una vez planteado todo esto, nos damos cuenta de la escala de trabajo que nos queda por delante. Muchísimo realmente, a pesar de lo mucho que se ha hecho. Los estímulos están, ahora falta que los propios uruguayos nos atrevamos a dar el paso.

Pero no hemos terminado aún. Nos queda profundizar en mi expresión sobre que un auténtico creyente en la innovación no la restringiría a ningún área temática. Es decir, debemos avanzar en el tema de la agenda temática de abordaje en innovación.

### **Agenda de innovación**

Nos encontramos en un mundo muy cambiante, vertiginoso. Ya hablamos de eso antes. Los precios del mercado cambian, incluyendo los de la producción nacional, sobre todo la basada en productos sin o con bajo nivel de procesamiento. Hay tormentas importantes, turbonadas, inundaciones y sequías. Se producen aumentos importantes del precio del petróleo y oscilaciones en el precio de las divisas, peso, dólar, etc. Y a todo ese nivel de incertidumbre que se maneja en el día a día, hay que agregarle un factor de incertidumbre que raramente se maneja y es nuestra escala nacional de inversiones.

Por ejemplo, si Uruguay define que como país debe priorizarse la investigación en el tema A, e invierte 15 millones de dólares en el mismo, decimos que queda refrendado el discurso con los hechos. Lo que pasa es que 15 millones de dólares, que a escala nacional es un gran compromiso y una inversión muy fuerte, a escala de otros países no lo es y a escala de las multinacionales definitivamente no es nada. Comparar esa cifra con los mil quinientos o incluso tres mil millones de dólares que empresas extranjeras, respectivamente, ya han invertido en nuestro país en un caso, o han proyectado para el futuro próximo en otro, revela que lo que marquemos como política interna está muy fuertemente afectado por la inversión extranjera que venga a Uruguay.

Quién dudaría de que un tema en el que dos empresas pongan cuatro mil quinientos millones de dólares, meteóricamente debería pasar a ser un tema estelar en el concierto del desarrollo nacional y que, como en este caso, pasó por ser una definición tomada en el exterior.

Se me podrá decir que los gobiernos nacionales fueron siguiendo este tema y que no fue de la noche a la mañana que se instalaron estas inversiones. Puede ser cierto. Pero no es menos cierto que mañana podría ser una empresa de montaje de chips, motherboards, armado masivo

119

de vehículos, o de indumentaria deportiva, o fármacos, o... El mundo es dinámico y las ra-

zonas estratégicas de las empresas extranjeras no pasan por nuestro dominio.

Más aun: el equipamiento que mencioné anteriormente que el país está adquiriendo y que pone a disposición de sus empresas –muchos de estos fondos de cooperación internacional, en particular de la Unión Europea–, puede ser superado fácilmente en un orden de magnitud por una empresa internacional que, por alguna razón estratégica, decida instalarse en Uruguay. Equiparse en un orden de magnitud (invertir por ejemplo por unos 120 millones de dólares de los cuales unos 80 millones sean en equipamiento), implicaría que todo el esfuerzo que Uruguay ha hecho, a nivel diplomático y a nivel de recursos propios, pasaría a ser marginal, frente a una inversión de estas características, y que muchas cosas deberían ser redefinidas. No es que esto esté ocurriendo, pero podría ocurrir y es un ejemplo de por qué Uruguay no debe cercenar su posibilidad de innovar en nada. La agenda debe estar abierta. Porque así debe ser y porque somos demasiado chicos y vulnerables para despreciar cualquier área potencial en donde podamos innovar y desarrollarnos. Ser versátiles y con potencialidad de movernos bajo diferentes objetivos según las circunstancias tiene que ser un propósito y una ventaja comparativa respecto a otros países.

Sin embargo, el hecho que se defiende que la agenda deba estar abierta, y que potencialmente se pueda innovar en todo, no necesariamente implica que no deba realizarse jerarquización alguna entre las diferentes temáticas abordables. Tener una agenda indiscriminada puede ser tan nocivo como tenerla centrada en una o dos temáticas.

Estudemos uno de los extremos, el de financiar únicamente innovación en temas vinculados directamente con nuestra mayor producción: cuáles son las agendas de mayor impacto para un país como el nuestro, podría en principio ser fácil de determinar.

Un procedimiento es inspeccionar la matriz productiva nacional y relevar los puntos de mayor producción, rotular como que tales temáticas son las apoyables y seguir adelante.

Parece simple... y peligroso. Puesto en contraste y autodefiniéndonos como país agroproductor, con la vista cerrada solamente a lo agropecuario, usando estereotipos varios (“eso es lo nuestro, otras cosas no son lo nuestro”), corremos el riesgo de llegar a paradojas históricamente imperdonables. Con esa mentalidad Uruguay no habría destacado en un sector tan pujante como la informática y el desarrollo de software, algo que enorgullece al país y con una tendencia de crecimiento muy impresionante. Quienes se dedican a esta área tuvieron que vencer ese preconcepto: “esto no es para nosotros”. Sin embargo hoy esta realidad es algo que ya no se discute. Dentro de esta adversidad, el sector del software –como se lo alude frecuentemente– tuvo un aspecto coyuntural muy favorable y que es intrínseco a su propia naturaleza y tiene que ver con la infraestructura necesaria. Aquello del desarrollo de garaje, de la iniciativa que con pocos medios puede germinar si la idea a desarrollarse es suficientemente buena. Su despegue depende de mucha creatividad –algo ya mencionado–, tiempo y entorno para crear, medios computacionales mínimamente aceptables, y, a no descuidar, una profesionalización de su estrategia de negocios que haga que se trabaje en algo de gran utilidad y que una vez terminado encuentre su nicho en el mercado. Por estas razones y al lograr una estrategia conjunta de desarrollo, el sector del software ha logrado pisar fuerte a pesar de lo que podía ser un descrédito al principio, o una apatía en segunda instancia. De hecho una vez más desde el exterior se nos mostraba el camino, con el apoyo brindado por la Comunidad Económica Europea a través del programa Enlaces, invaluable para ayudar a impulsar, por ejemplo, el Centro de Ensayos de Software de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

El ejemplo anterior tuvo como mero objetivo el de mostrar cómo dedicarse a invertir en innovación estrictamente en aquello que el país produce puede llegar a ser muy erróneo.

Más aun, si uno piensa en aquello que el país más produce, exporta y por lo que mayores divisas ingresan, como ser la venta al exterior de nuestras carnes, uno se encuentra que es acotado lo que se puede hacer en innovación. Tomándome el atrevimiento de incursionar en temas que no son de mi especialidad, uno podría innovar en aspectos periféricos al producto en sí: in-

novaciones veterinarias, en pasturas, en detección de patógenos, en conservación. Innovaciones que además tienen su techo porque es una actividad productiva en grado de madurez desde hace ya muchos años. No se trata de algo emergente, pujante y con desafíos abiertos, sino de una actividad ancestral que va adaptándose a nuevos requerimientos a medida que surgen avances científicos generales. Adaptaciones que son vitales para nuestro país porque de estar al día en todos los requerimientos depende exportar o no, es decir sobrevivir económicamente o no –vaya si será importante entonces estar al día en la producción cárnica–. Decíamos que la innovación pasa por lo periférico, porque sobre el producto en sí mismo, la carne, no se podría innovar, no porque sea imposible, sino porque el mayor valor de nuestra carne es precisamente su condición de “natural”. Cualquier esfuerzo por modificar esa condición bajaría su precio y cerraría mercados. Por supuesto que el país tiene investigadores de gran valor, instituciones de investigación sólidas y sumamente respetadas que se dedican a la investigación agropecuaria, y es perfecto que así sea y se debe apoyar enfáticamente que haya una importante inversión en esta actividad. Desde estas líneas no se plantea lo contrario. Simplemente se intenta demostrar que es un error pensar que, como somos agropecuarios (como país), solo hay que invertir en innovación en eso, porque “dejemos lo demás para otros países, que no es para nosotros”.

El suscripto no intenta cerrar temas de innovación, sino todo lo contrario, y trata de dar argumentos para demostrar que no se debe ser simplista en este tema. Pasa por aquello de abrir el abanico, diversificar. Lo que hace una empresa grande y próspera cuando decide invertir un porcentaje de sus ganancias de un negocio para experimentar la posibilidad de abrir nuevos negocios en otras áreas.

Es lo que países pequeños del Golfo Pérsico hacen cuando reinvierten sus ganancias del petróleo para crear paraísos turísticos que ya atraen hoy millones en divisas.

Es el cambio de mentalidad que debieron afrontar países con pasados comprometidos como Finlandia e Irlanda, estancados y con cambios coyunturales que amenazaban seriamente su futuro. Optaron por no hacer más de lo mismo. Sin dejar de ser buenos en sus rubros tradicionales, invirtieron fuertemente para destacar en innovación tecnológica, logrando en pocos años un despegue ejemplar.

Nueva Zelanda es otro ejemplo de país que, siendo parecido a nosotros desde el punto de vista productivo, apuesta fuertemente a abrir el abanico. 121

En este punto se puede citar a la nanotecnología –o nanotecnologías–, corriente tecnológica que promete cambios revolucionarios a varios niveles de la producción y que ya ofrece numerosos productos comerciales disponibles. Entre los tres países tienen al momento actual 17 centros especializados en nanotecnología. Países que podrían haber pensado la clásica frase: “eso es complicado, lo dejamos para los demás países”, se aventuran sin embargo a temáticas de esta naturaleza.

Justamente el ejemplo de la nanotecnología es muy ilustrativo. Se trata de un área muy multidisciplinaria, emergente y con gran pujanza a nivel mundial. Recién en este siglo se la ha identificado como con potencial para irrumpir en los mercados con productos, logrando en los mismos un crecimiento espectacular, tanto desde el punto de vista de los recursos invertidos, como de las ganancias proporcionadas a las empresas, como desde la producción bibliográfica publicada o las patentes generadas. Medido en conocimiento o en movimiento de divisas, ya se puede decir que este siglo ha sido marcado por la nanotecnología.

Es un momento muy propicio para que un país se dedique estratégicamente a esta área –por supuesto que no se plantea desde estas líneas que sea en exclusividad ni nada que se le parezca–. Mucho del conocimiento disponible está todavía circulando libremente, lo que no ocurre en otras áreas del conocimiento aplicado, las cuales ya con cierto grado de madurez, se basan en conocimientos que son propiedad de las empresas. Además, dado lo emergente de la nanotecnología, existen todavía numerosos nichos inexplorados donde hay espacio para hacer trabajo muy creativo y lograr incluso algunos avances científico-tecnológicos significativos. Este estado permisivo para que nuevos países se incorporen a esta corriente tecnológica tendrá

eventualmente su fin, dados los niveles extraordinarios de inversión a nivel mundial, que harán que esos nichos se cierren en algún momento. Cuando la nanotecnología llegue a ese punto, sin nichos evidentes y con el dominio del conocimiento en la esfera de las empresas, se habrá minimizado la posibilidad de incorporarse a esta corriente y la puerta que hoy está abierta se cerrará definitivamente, hasta que aparezca otra tecnología innovadora, hecho que puede no ocurrir hasta dentro de treinta o cuarenta años.

Esto nos da una idea del momento histórico que estamos viviendo, oportunidad que si se deja pasar, quizás quienes hoy estamos en actividad no volvamos a ver surgir otra semejante. El ejemplo de la nanotecnología es, además, bien pertinente a esta discusión, porque se aplica transversalmente a muchas áreas, desde las que tradicionalmente se aplican a nuestra producción, como la agropecuaria, hasta fronteras de la innovación a las que Uruguay no prevé que pueda dedicarse, como la microelectrónica. En este punto vale la pena referirse a lo ya planteado anteriormente, la posible aparición de una inversión de una empresa internacional en nuestro país puede modificar nuestra óptica de que “esto no es para nosotros”. Incluso más, las probabilidades de que esa inversión se produzca se verán sumamente favorecidas si existen antecedentes de investigación en el país y recursos humanos calificados en estas temáticas. De hecho, invertir en innovación, o más ampliamente en investigación y desarrollo, es eso mismo, invertir y no gastar. Usualmente en países como el nuestro se cuestiona destinar fondos a estos propósitos por rotulárselos erróneamente como gastos. Estos gastos son resistidos a otorgarse y son los primeros en recortarse ante la primera necesidad. Sin embargo, la inversión en I+D+i es incluso un parámetro que corre a nuestro favor como país a la hora de decidirse la instalación de inversiones extranjeras.

Pero entonces, ¿hay que dedicar todos nuestros esfuerzos a estas tecnologías emergentes, a una apuesta a la microelectrónica —es un mero ejemplo ilustrativo— que puede no llegar a concretarse nunca —lo más probable—? Por supuesto que no: la clave es dedicar armónicamente, que no implica en partes iguales, fondos en los distintos temas que el país identifique como de importancia estratégica, abarcando desde los temas más vinculados con lo productivo del país, hasta haciendo apuestas que contemplen, por ejemplo, momentos históricos, áreas emergentes y, sin olvidar lo que expresamos en puntos anteriores, temas de importancia para el bienestar de la sociedad.

Cómo realizar esto cuando los fondos son escasos. Esta es una pregunta importante.

### **Innovación en la agenda**

Una expresión muy escuchada es la de los fondos escasos y por tanto, que la investigación, desarrollo e innovación pueden esperar.

Es una falacia, un error de apreciación y de concepto al mismo tiempo. Por supuesto que los vaivenes de un país hacen que no siempre se viva en bonanza y que los recursos sean menores. Pero si ante la crisis coyuntural que vivió Finlandia a fines de los ochenta, ese país hubiera adoptado esa mentalidad, la de jugar al achique, la de no gastar más, ni siquiera en ciencia y tecnología (nótese el sugestivo uso de gastar y luego ciencia y tecnología), hoy no estaría viviendo el bienestar y despegue del que disfruta y del que tanto hablamos con admiración. Si hubiera jugado al achique, hoy serían una minúscula economía llena de problemas, por no haber identificado que I+D+i no es un rubro que consume dinero, sino una oportunidad, mejor aún, la oportunidad para salir adelante.

Justamente cuando la situación es más complicada, los países deberían apostar a la innovación y aquellos que así lo hacen ven recompensada su elección. Por ello a mi criterio fue un error grave la postergación permanente a nivel de ciencia y tecnología que se vivió en Uruguay, en épocas regulares y malas, ya que debió tomarse con mayor énfasis una postura decidida hacia la innovación, sin excusas. No se trata de un gasto para dejar contentos a los investigadores,

como se visualizaba tradicionalmente, sino de un motor para impulsar al país hacia una modernización que se hace impostergable. El presupuesto en I+D+i debe ser algo que tiene que estar en la agenda del país hacia el futuro, siempre, y con respeto: no debe faltar, tiene que ser digno y no puede recortarse aleatoriamente; tiene que ser competitivo a nivel internacional y estar consolidado; debe proveerse permanentemente, no dejando lagunas de meses o años sin financiarse, ni siquiera en uno solo de sus programas. El Uruguay como país tiene que tomar muy en serio este tema, porque a no dudarlo, hará la diferencia en el futuro, cuando precios internacionales que hoy nos benefician no sean tan benignos.

Se trata de hacer un gran pacto: jóvenes que aceptan la apuesta de quedarse en el país para expresar sus talentos acá, apuesta en la que les va su vida y las de sus hijos –ni más ni menos–, descartando ofertas de vida más cómodas y mucho mejor remuneradas en el exterior, un exterior muy ávido de recursos humanos científico-tecnológicos altamente calificados; un país que respeta sus compromisos con su propia gente y mantiene una inversión en I+D+i de largo plazo, continuo en el tiempo y consolidado. El país pone mucho en juego, pero es incomparablemente menor que el que se le pide a su gente más calificada, y esto debe ser señalado con mucho énfasis. No es un tema de números, es un tema de apuesta de vida, lo que es más importante.

Todo lo anterior que se planteó sobre el pacto, teniendo en cuenta algo muy importante: a mediano y largo plazo, el país entero recibirá los beneficios de seguir adelante con esta política, porque recordemos una vez más, se trata de una inversión.

En la medida que el país se desarrolle como todos esperamos, mayores serán las exportaciones y mayor el Producto Bruto Interno, PBI. Al aumentar el PBI, será mayor lo que haya para repartir a nivel nacional para numerosos sectores de la población: salud, educación, programas de vivienda, auxilios sociales, etc. Además, al aumentar las inversiones, disminuirá el desempleo y habrá mayor oferta de trabajo para recursos humanos calificados. Nuestro país comenzará un círculo virtuoso que traerá beneficios crecientes a su población, transformándose hacia un desarrollo real.

Se trata de mover una rueda que está muy reluctante, llena de desconfianzas por pactos no cumplidos en el pasado. Es una tarea difícil y requiere de un compromiso renovado de todas las partes, con el sincero deseo de cumplirlo. De otra manera, nuestro futuro como país estará muy limitado.

### **Uruguay tecnológico**

El cambio que provocaría seguir políticas de inversión continua y consolidada en I+D+i, tendría consecuencias insospechadas.

Por supuesto que imaginamos un país con mayor inversión, con mayor PBI, con menor desempleo, en definitiva, con mejor calidad de vida.

Sin embargo, existen aspectos que irán surgiendo con el tiempo.

Habrà posiblemente una pugna entre el Uruguay Natural y el Uruguay Tecnológico, UyNat y UyTec. En realidad ambos pueden coexistir perfectamente, para lo que se requeriría un nivel de ordenamiento territorial más exhaustivo. Esto, sumado a los litigios por intereses económicos encontrados, y a una inevitable sensación de desconfianza, creará artificialmente la discusión entre el UyNat y el UyTec.

De este debate, sumado a las exigencias que demandan las normas para la producción en condiciones aceptables, ya ha surgido y se irá profundizando, una especialización muy fuerte de nuestros servicios tecnológicos en los cuidados ambientales, fundamentalmente en los vertidos de desechos de las plantas productivas.

Nuestra reputación sobre el cuidado del medio ambiente ya ha sido puesta en tela de juicio por nuestros vecinos, respecto de un caso de mucha notoriedad. Esta circunstancia contribuirá aun más para que los uruguayos cuidemos con mucho celo el medio ambiente, tratando de pre-

servar en forma auténtica la veracidad del eslogan UyNat.

Para cumplir con las normas ya vigentes y las cada vez más restrictivas normas que irán surgiendo, será indispensable que el país renueve periódicamente el parque de equipos tecnológicos de última generación y de alta especialización que permita controlar el medio ambiente.

Nuestro país ingresa así a una etapa de la que no hay retorno: necesita asegurar el mantenimiento del nivel de sus instrumentos científicos de alto costo.

Este mantenimiento repercutirá positivamente en otras áreas de la innovación: equipamientos analíticos que permitirán realizar controles de productos en Uruguay, garantizando su calidad antes de su embarque para exportación, para evitar rechazos de mercadería en destino, con la consiguiente pérdida económica y de confianza.

Con el advenimiento y el fortalecimiento del UyTec habrá cambios incluso de idiosincrasia a nivel de la población: probablemente adoptemos cada vez posturas menos conservadoras y puede que nos acostumbremos a cambios más continuos y de mayor alcance.

### **Conclusiones finales**

Muchas razones llevan al suscripto y a muchas otras personas a pensar que estamos viendo un momento histórico, el cual, si fuera bien aprovechado, podría permitir encauzar a nuestro país definitivamente hacia un futuro tecnológico.

La creación y consolidación de centros de investigación, la promoción de clusters de pequeñas y medianas empresas, los estímulos fiscales a las empresas que realicen actividades de innovación, la coyuntura internacional favorable, la creación de institucionalidad en I+D+i, los significativamente más altos niveles de inversión que se están dando y los mayores que se avizoran, la diversificación de la matriz productiva –al menos la convicción de que es necesaria y un esbozo inicial hacia este rumbo–, la colaboración internacional sostenida hacia estas temáticas, las inversiones extranjeras que se comenzaron ya a instalar en nuestro país, son unas cuantas razones para pensar que hay pasos ciertos hacia el punto de inflexión requerido.

Todo este panorama positivo es muy importante, pero resultaría insuficiente si no cuenta con el compromiso de los propios uruguayos: 125 Los investigadores, comprometerse a afianzar su carrera definitivamente en el país, abriendo sus opciones temáticas de trabajo hacia la mayor utilización posible de sus capacidades y talentos para cubrir, no solo la investigación fundamental que abrazan desde hace años, sino permitirse también el aporte hacia aspectos más aplicados de interés económico o social.

Las autoridades nacionales, comprometerse a cumplir con una inversión importante, sostenida y continua en el tiempo, sin lagunas temporales de ningún tipo en ningún programa.

Los empresarios, comprometerse seriamente a explorar el camino hacia la innovación tecnológica, tomando los riesgos que evalúen como razonables. Nadie les puede pedir que tomen opciones que ellos mismos visualicen como inviables, pero tampoco que vivan a espaldas de la innovación productiva.

El desarrollo tecnológico del Uruguay depende, así, de las decisiones que cada uno de los involucrados tomemos de aquí en más. Las circunstancias son favorables, pero es necesario que actuemos con decisión, mucho compromiso y esfuerzo. Quizás no haya otra oportunidad como esta en mucho tiempo más.

**Fuente documental 4**

**Título:** *Nanotecnologías en la alimentación y agricultura*. Prólogo.

**Fuente:** Iglesias, Enildo (2008): CSEAM, UdelaR. En

[http://www.rel-uita.org/publicaciones/nano\\_alimentacion\\_agricultura.htm](http://www.rel-uita.org/publicaciones/nano_alimentacion_agricultura.htm)

**Fecha de publicación:** /05/2008

La aparición de esta publicación coincide con el estallido de la llamada crisis alimentaria que hoy aflige al mundo. Como bien lo señalan varios analistas, dicha crisis tiene causas coyunturales (los agrocombustibles, el aumento del consumo de carne y la especulación financiera con materias primas -especialmente alimentos- responsable de 30 por ciento del aumento en los precios) y causas estructurales que deliberadamente se ignoran.

Los precios de los alimentos básicos -incluyendo los tres principales: maíz, arroz y trigo- se triplicaron en los últimos 20 meses. Contrariando las tan alabadas reglas del mercado, tal cosa ocurre pese a que la oferta supera largamente la demanda. Desde 1961 la producción mundial de cereales se triplicó, mientras que la población planetaria se duplicó. En conjunto, los países de América Latina y Caribe producen 30 por ciento más de lo que necesitan para alimentar adecuadamente a toda su población. Pese a ello, el espectro del hambre amenaza a por lo menos 50 países, y cada cuatro segundos muere una persona de hambre, mientras todo indica que en los próximos doce meses 800 mil personas pasarán a la condición de hambrientas. La triste paradoja radica en que la mayoría de ellas vive en el campo y está vinculada a la agricultura. Según el Banco Mundial, 3.000 millones de personas viven en áreas rurales de países subdesarrollados,<sup>1</sup> y de ellas, 2.500 millones están vinculadas a la agricultura.

Quienes se benefician de esta situación son las grandes compañías transnacionales (CTNs) vinculadas a la agroindustria y a la alimentación. En 2007 Dreyfus incrementó sus beneficios 77 por ciento, Monsanto 44 por ciento y Cargill 36 por ciento. Lo mismo se repite con el fabricante de maquinaria agrícola Deere & Co y con las procesadoras de alimentos como la suiza Nestlé, la francesa Danone y la anglo-holandesa Unilever. Todas ellas guardan silencio frente a la crisis. En verdad, no es sorprendente, en tanto fueron ellas las creadoras del modelo agroalimentario hegemónico que hoy muestra signos de agotamiento.

Para comprender en toda su magnitud los peligros de las “nanotecnologías en la alimentación y la agricultura” es menester tener en cuenta los antecedentes, y con ellos las causas estructurales que provocaron la actual crisis, así como sus actores principales. Para ello debemos referirnos a tres revoluciones.

La primera de ellas es la llamada revolución verde, que comenzó a mediados del siglo pasado rompiendo con la agricultura tradicional que fue sustituida por un modelo de agricultura “industrial” con base en el riego, la mecanización, las semillas híbridas, los fertilizantes químicos y la masiva utilización de agrotóxicos. Se trata de un modelo sustentado en la matriz petróleo que arrojó como saldo los monocultivos extensivos -tal como lo exige la agricultura de exportación- en los cuales la progresiva pérdida de fertilidad de la tierra se palió con dosis cada vez mayores de abonos químicos, y el aumento de las plagas -también producto de los monocultivos- con el uso intensivo e irresponsable de agrotóxicos, en su mayoría creados como armas químicas en la Segunda Guerra Mundial. Mientras las CTNE defendían este modelo con argumentos que se resumían en la alternativa “revolución verde o hambre”, para los trabajadores agrícolas la alternativa era -y es- morir envenenados o morir de hambre. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), de 335 mil accidentes laborales mortales que se producen cada año, 170 mil ocurren en la agricultura y más de 220 mil personas mueren anualmente (25 cada hora) a causa de los agrotóxicos. Mientras esto ocurre, la alternativa que nos planteaban las CTNs mostró ser falsa, pues el número de hambrientos en el mundo continúa aumentando.

Mientras la primera revolución todavía sigue su curso, a mediados de los años 80 del siglo pasado se inició una segunda revolución mediante los organismos genéticamente modificados

(OGM) también llamados transgénicos.<sup>2</sup> Al inicio del tercer milenio, los cultivos que emplean semillas de genoma manipulado ya cubren millones de hectáreas. La biotecnología puede ser aplicada en una gran variedad de campos, no obstante su desarrollo más fuerte ocurrió en la agricultura, particularmente en las semillas. Entre los principales inversores en transgénicos nos encontraremos con las mismas CTNs que controlan la industria agroquímica y la de los fármacos, las mismas que en la década de los 70 comenzaron a dominar el sector de las semillas. Hubo -y todavía se mantiene- una fuerte resistencia de la sociedad civil, sindicatos incluidos,<sup>3</sup> a los transgénicos y, como veremos más adelante, las CTNs sacaron su propia experiencia de ello. Lo cierto es que ninguna de las promesas formuladas por las compañías con los transgénicos se cumplió, en cambio sus ganancias aumentaron considerablemente al ser propietarias del nuevo paquete tecnológico que, inexorablemente, los productores están obligados a adquirir. Es tanta su voracidad, que la estadounidense Delta & Pine llegó a patentar el gen "Terminator", que incorporado a las semillas produce plantas estériles de manera que el agricultor deba adquirir semillas en cada siembra. Las mismas compañías que antes nos decían agrotóxicos o hambre, pasaron a decirnos biotecnología o hambre, al mismo tiempo que la soja transgénica genera apenas dos jornales por cada mil hectáreas.

Actualmente, sin previo aviso, tenemos encima una tercera revolución: la nanotecnología. Mientras la ingeniería genética manipula genes, la nanotecnología modifica la materia a escala molecular y atómica y, entre otras cosas, en lugar de las plantas genéticamente manipuladas pasaremos a plantas molecularmente alteradas. Como esta tecnología se encuentra en manos de las mismas CTNs, redundará en el aumento del poder y del patrimonio de estas colosales empresas. Además, como han aprendido de sus errores anteriores, ahora no proponen a la nanotecnología como alternativa al hambre y la aplican casi en silencio. Las principales promesas que formulan refieren al campo de la medicina sin que hasta la fecha se haya concretado ninguna, en cambio es grande el avance en la introducción de nanotecnología en los artículos de consumo masivo, tal el caso de los alimentos.

De ahí la importancia de la presente publicación. Además de su esclarecedor contenido, es una demostración de que también la sociedad civil y sus organizaciones han acumulado experiencia. Este trabajo cuenta con el auspicio de dos universidades (Universidad de la República, Uruguay, y la Universidad Autónoma de Zacatecas, México); tres organizaciones no gubernamentales (la Casa Bertolt Brecht, Uruguay; la Fundación Umverteilen, Alemania, y la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad) así como decenas de organizaciones sindicales de trabajadores representadas por la Secretaría Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agrícola, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines (Rel-UITA). Mientras las CTNs y otros sectores interesados mantienen la información y la discusión sobre nanotecnología en ámbitos cerrados, reducidos y especializados, las instituciones y organizaciones antes mencionadas se juntan para democratizar la discusión con la participación, entre otros, de los trabajadores organizados y los estudiantes de extensión universitaria. Finalmente, los logotipos de las organizaciones auspiciantes que figuran en la contratapa encierran un esperanzador mensaje, porque los cambios sociales que podrían seguir a una reflexión crítica sobre tecnología, sociedad y poder, requieren de fuerzas sociales organizadas en los ámbitos nacional, regional e internacional, coordinando sus acciones a partir de intereses compartidos para, desde allí, extender la conciencia hacia otros grupos sociales y culturales. En ese camino estamos, convencidos que las semillas que el capital niega las posee y siembra la sociedad organizada.

1- En esos 3.000 millones se incluyen las tres cuartas partes de los más pobres del mundo.

2- La ingeniería genética es una técnica que consiste en aislar segmentos del ADN (el material genético) de un ser vivo, ya sea virus, bacteria, vegetal, animal e incluso humano, para introducirlos en el material hereditario de otro ser.

3- Entre 1999 y 2000, luego de una campaña de divulgación, la UITA junto a algunos sindicatos brasileños logró que el estado de Rio Grande do Sul fuera declarado "territorio libre de transgénicos". Monsanto consiguió derrotarnos facilitando el ingreso de semillas de soja transgénica de su variedad RR (resistente a su herbicida Roun-

dup) de contrabando desde Argentina. Los agricultores “gaúchos” llamaban a esta semilla “soja Maradona”.

### **Fuente documental 5**

**Título:** “Entrevista con Enildo Iglesias. De los transgénicos a los transatómicos”

**Fuente:** Graziela Wolfart. Instituto Humanitas UNISINOS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, RS- Brasil. En [http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/entrevista\\_enildo\\_iglesias.htm](http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/entrevista_enildo_iglesias.htm)

**Fecha de publicación:** 02/09/2008

Las compañías transnacionales prometieron eliminar el hambre y la pobreza con un modelo de producción agrícola que denominaron “Revolución Verde”. En ese juego de mejorar los flagelos de la humanidad, encadenaron a la población en un enmarañado, proclamando las opciones convenientes: “agrotóxicos o hambre”, “transgénicos o hambre” y ahora refuerzan: “nanotecnologías o hambre”, evalúa Enildo Iglesias.

En entrevista concedida por e-mail a la IHU On-Line, alerta: “Al hablar en nuevas tecnologías, la población debe tener presente tres principios básicos: ellas por sí solas no resuelven las antiguas injusticias; en las relaciones capitalistas, el objetivo del desarrollo tecnológico es el lucro y no la satisfacción de las necesidades de las personas; y cualquier tecnología nueva que se introduzca en una sociedad que no sea esencialmente justa tenderá a agravar la diferencia entre ricos y pobres”.

Iglesias es investigador de la Secretaría Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agricultura y Afines (UITA)

### **¿Cuál es la influencia de los transgénicos para las nuevas tecnologías? ¿Cómo entender el proceso del “genéticamente modificado para atómicamente modificado?”**

Hace apenas 28 años (1980) que se descubrió como transferir fragmentos de información genética de un organismo a otro y dos años más tarde se creaba la primer planta transgénica. De esa manera entramos en la era de la biotecnología y sus promotores nos prometieron una serie de aplicaciones en campos tan diversos como la salud y la energía, sin embargo el desarrollo más fuerte ocurrió en la agricultura, especialmente en las semillas. La explicación a este hecho la encontramos en que las grandes compañías de la agroquímica y la farmacéutica, que hasta 1981 no estaban interesadas en la biotecnología, pasaron a detentar el control casi monopolístico de la investigación en esta materia -utilizando para ello dineros públicos a través de acuerdos con algunas universidades-, en la comercialización de los organismos genéticamente modificados (OGM) especialmente semillas, y en las respectivas patentes.

Sin que la sociedad haya sido advertida y mucho menos consultada, comenzamos a pasar de los “transgénicos” a los “trans-atómicos”, al integrarse la biotecnología con la nanotecnología. La fusión de la biotecnología con la nanotecnología tiene consecuencias desconocidas para la salud, la biodiversidad, el ambiente y la organización social, particularmente en lo que tiene relación con el trabajo.

### **¿En qué sentido la nanotecnología puede contribuir para solucionar los grandes problemas de la sociedad del siglo XXI como el hambre, la miseria y la desigualdad social?**

En ninguno, por el contrario, agravará cada uno de esos flagelos. Los antecedentes, desde la Revolución Industrial del siglo XVIII hasta el día de hoy, no son para nada alentadores. Al finalizar la Segunda Guerra, las compañías transnacionales nos prometieron eliminar el hambre y la pobreza con armas químicas y un modelo de producción agrícola que denominaron “Revolución Verde”, proclamando que la única opción era “agrotóxicos o hambre”. Décadas más tarde, las mismas compañías formularon idénticas promesas con los OGM -las que quedaron reducidas a

la posibilidad de utilizar selectivamente algunos agrotóxicos, por ejemplo ciertos herbicidas- y la opción que nos presentaron fue “transgénicos o hambre”. Las mismas compañías son las que hoy pretenden inculcarnos -esta vez sutilmente- que la única opción es “nanotecnología o hambre”.

Las transnacionales que dominan el negocio de los transgénicos, figuran primeras por sus inversiones en nanotecnología, ellas son **Monsanto, Pharmacia y Syngenta**.

En consecuencia, debemos tener presentes tres principios básicos:

- 1) Las nuevas tecnologías, por si solas, no resuelven las viejas injusticias.
- 2) En las relaciones capitalistas, el objetivo del desarrollo tecnológico es el lucro y no la satisfacción de las necesidades de la gente.
- 3) Cualquier tecnología nueva que se introduzca en una sociedad que no sea esencialmente justa, tenderá a agravar la diferencia entre ricos y pobres.

### **¿Cómo la nanotecnología a la agricultura? ¿Ayuda o perjudica en el hecho en que tenemos cada vez más una agricultura sin agricultores?**

Los mismos argumentos que hemos utilizado en la pregunta anterior nos llevan a afirmar que la nanotecnología pone en peligro la forma de vida -y la vida misma- de los 2.600 millones de personas dedicadas a la agricultura en el mundo; concentrará más el poder económico en las manos de las compañías transnacionales y los grandes terratenientes e impulsará un modelo de agricultura industrial.

El mismísimo Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) pronosticó en 2002 que con la nanotecnología la agricultura será más atomizada; más industrializada; reducida a funciones simples y que serán eliminadas aun más personas en el trabajo agrícola. Es bueno recordar que en ese país actualmente existe más gente en las cárceles que en el campo.

De imponerse la nanotecnología, la agricultura del futuro quedará reducida a biofábricas de gran extensión, monitoreadas y maniobradas mediante computadoras.

### **¿Cuál es el riesgo de monopolio de grandes empresas en relación al dominio de la técnica de la manipulación nanotecnológica?**

Ese monopolio ya existe y la nanotecnología no hará otra cosa que agravarlo. A diferencia de las revoluciones globales anteriores, la nanotecnología tiene un carácter nacional -especialmente agravado por su utilización en armas y equipos de guerra- por lo tanto secreto, a lo cual se suma el hecho que las patentes se encuentran en poder de las transnacionales.

### **A partir de la implantación de la nanotecnología en nuestra sociedad ¿Cómo queda el mercado de trabajo?**

Para el Grupo de Trabajo en Ciencia, Tecnología e Innovación del Proyecto Milenium de las Naciones Unidas, la nanotecnología será beneficiosa porque implica poco trabajo en la elaboración de objetos (no se atrevieron a decir mercancías) y por ser altamente productiva. Sin duda la nanotecnología provocará turbulencias económicas y desestabilizará aun más al trabajo y a la sociedad. Como cambiará radicalmente la forma de fabricar bienes, producir alimentos, energía y medicinas, provocará graves desajustes sociales. El mercado de trabajo se reducirá aun más y se transformarán completamente, perjudicando a los trabajadores y trabajadoras que no puedan responder a la demanda de nuevos conocimientos y habilidades.

De modo que la nanotecnología aumentará el ya altísimo número de desempleados en el

mundo, simultáneamente resultará muy fácil traficar ilegalmente con productos tan pequeños (drogas, armas) actividad a la que serán impulsados muchos de los desocupados. Lo preocupante es que por primera vez en la historia de la humanidad, la nanotecnología también genera la posibilidad de controlar y reprimir las consecuencias sociales no deseadas (agitación, protestas callejeras, actos delictivos, etc.). Además de las armas “nanotecnológicas” creadas especialmente para disciplinar a los perdedores, los más peligrosos podrán ser controlados permanentemente. Ya se encuentra en el mercado el Veri-chip, del tamaño de un grano de arroz se introduce bajo la piel y es capaz de transmitir información sobre su portador y su ubicación.

### **En su opinión la sociedad está preparada para discutir y recibir las nanotecnología en su cotidianidad**

Es bajísimo el porcentaje de personas en el mundo que tienen algún conocimiento sobre la nanotecnología y los más expertos la relacionan con prototipos de robots. Pocas semanas atrás, una publicación especializada de Estados Unidos informaba que en ese país, pese a que en 2007 el número de productos fabricados con nanotecnología se ha más que duplicado llegando a cerca de 500, sólo el 6 por ciento de los encuestados declaró haber “oído hablar mucho” sobre nanotecnología y el 21 por ciento haber “oído algo”. Al igual que en encuestas anteriores, también surge que el público requiere mayor información y que la mayoría de los estadounidenses serán reacios a usar nanoalimentos y productos relacionados hasta que sepan lo suficiente para decidir.

Frente a esa falta de información, la propaganda de las compañías nos promete maravillas para un futuro lejano con la nanotecnología en salud, energía, mejoramiento del ambiente, etc., mientras sin informar a los consumidores -ninguna ley se lo exige- introducen la nanotecnología en los productos de consumo masivo. El último ejemplo es el “cigarrillo sin humo” que se promociona como una alternativa para quienes quieran fumar donde está prohibido hacerlo, por ejemplo los aviones.

### **¿Cuáles son los principales cambios en la forma de producir alimentos a partir de la introducción de nanotecnología?**

Las previsiones indican que entre el 40 y el 60 por ciento del sector alimentario será resultado, para antes de 2015, de los procesos nanotecnológicos. Sin duda que la nanotecnología ofrece interesantes posibilidades para la producción de alimentos, el problema es que un slogan como “Fome Zero”, las compañías lo traducen como “Más Lucro”. Por ese camino, hasta ahora los principales cambios vinculados a la nanotecnología en la producción de alimentos tienen que ver con la preservación de los mismos (mejores envases y más baratos), capacidad de permanecer por más tiempo en las estanterías de los supermercados, etc.

Qué producir y la forma de producir en la industria alimenticia se modificará radicalmente, con el único objetivo de aumentar los márgenes de lucro de las grandes compañías.

**Fuente documental 6**

**Título:** "Burros y Nanotubos. La peligrosidad de los burros y los nanotubos alarma a las compañías aseguradoras"

**Fuente:** Iglesias, Enildo Rel-UITA. En [http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/burros\\_y\\_nanotubos.htm](http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/burros_y_nanotubos.htm)

**Fecha de publicación:** 06/10/2008

Una noticia de la agencia EFE del pasado 28 de septiembre nos informa sobre las dificultades que encuentran los propietarios de burros en España para suscribir pólizas de accidente que cubran los paseos turísticos a lomos de este animal. Esta dificultad y el elevado precio de las primas cuando se consiguen, condicionan la rentabilidad de esta actividad en auge dentro de la oferta del turismo rural. "La mayoría de las aseguradoras se niega directamente" cuando pretendemos contratar una póliza de accidente para un paseo en burro, explica Francisco Camba, representante de una de las empresas del incipiente sector, "*El Burro Peregrino*", que opera desde hace cuatro años en las localidades de Castilla y León. EFE también informa que ante las dificultades para encontrar aseguradora y obtener un precio razonable, los propietarios de *El Burro Peregrino*, empresa que cuenta con diez burros y dos caballos, ha optado por el uso de calesas, sobre todo para los menores de edad, que son los casos que pueden tener una mayor repercusión judicial. Lo que Don Camba sabiamente ha hecho con sus burros, es aplicar el elemental principio de precaución.

Alejada de burros y caballos, hace ya algunos años la suiza Swiss Re -una de las mayores compañías reaseguradoras del mundo con presencia en más de 30 países- declaraba: "No se ha llevado a cabo suficiente investigación para decir con alguna certeza si las nanopartículas o los productos que contienen nanopartículas implican una amenaza, ni tampoco, si así lo fuera, cuáles serían las dimensiones de la amenaza". En realidad, Swiss Re estaba previendo la posibilidad que se presente una situación similar a la provocada por el amianto (asbesto) en la salud humana, debido a la cual empresas y aseguradoras recibieron un duro golpe por unas consecuencias que tardaron años en manifestarse. Por ello advierte que "los desconocidos y desconocidos riesgos asociados a las nanopartículas son inaceptables".

Ahora, un equipo de científicos vuelve a advertir que los nanotubos de carbono podrían presentar un riesgo de cáncer similar al del amianto. Según ellos, el gobierno británico debería restringir el uso de estos materiales, incluidos ya en diversos productos de consumo, para proteger la salud de los humanos.

Los científicos tendrían que demostrar que la exposición a esos productos es segura, señaló Andrew Maynard<sup>1</sup>, del Woodrow Wilson International Centre for Scholars, en Washington. Según el Dr. Maynard, los riesgos son mayores durante la fabricación y cuando los productos llegan al final de su vida. "¿Qué sucede cuando se desguazan estos productos o se tiran a un vertedero? ¿Hay alguna posibilidad de que los nanotubos de carbono salgan entonces al exterior y se produzca dicha exposición? Simplemente, desconocemos la respuesta a eso y creo que es algo que hay que averiguar".

Los nanotubos de carbono, desarrollados en 1991, han demostrado ser unos materiales extremadamente útiles, al conferir gran resistencia y al mismo tiempo ser muy ligeros. Además, son unos excelentes conductores del calor y la electricidad y los han vendido como materiales maravillosos que podrían constituir la base de una nueva generación de dispositivos electrónicos.

"Esto es un motivo de preocupación", señaló Anthony Seaton, profesor y experto en enfermedades relacionadas con el amianto que trabaja en el Institute of Occupational Medicine de Edimburgo. "Con el amianto pasó lo mismo; tenía miles de aplicaciones y la gente lo utilizó experimentalmente. Su uso llegó a ser muy generalizado". Las similitudes entre el tamaño y la estructura de los nanotubos de carbono y los de las fibras de amianto han planteado siempre un inte-

rogante acerca de cómo podrían afectar los primeros a los pulmones. Las nuevas investigaciones indican que, en ratones, los nanotubos, al igual que el amianto, causan inflamación del mesotelio, membrana que rodea los pulmones y otros órganos del cuerpo. En el caso del amianto, la inflamación es una fase que conduce al letal cáncer conocido como mesotelioma. Por lo general, este cáncer tarda entre 20 y 50 años en desarrollarse tras la exposición a las fibras de asbesto. Los investigadores, que informaron del avance en la revista *Nature Nanotechnology*, compararon los efectos de los nanotubos cortos y largos. En el caso del amianto, las fibras de unos 10 micrómetros de largo son inofensivas, porque las células inmunológicas pueden engullirlas y eliminarlas con seguridad; las de más de 15-20 micrómetros de largo, en cambio, son demasiado grandes para que las células las asimilen y su presencia provoca una respuesta inflamatoria. Los investigadores confirmaron que los nanotubos de carbono parecen tener el mismo efecto.<sup>2</sup>

Según un artículo publicado el pasado septiembre en [thetartan.org](http://thetartan.org)<sup>3</sup> cuatro universidades importantes (Universidad de Duke, Carnegie Mellon, Universidad Howard y Virginia Tech) han colaborado entre sí para establecer el Centro de Implicaciones Medioambientales de la Nanotecnología (CEINT, por sus siglas en inglés), alojado en la Universidad de Duke. También participan en el proyecto profesores de las Universidades de Kentucky y Stanford. El centro pretende estudiar el impacto de las nanopartículas sobre el medioambiente y el transporte y las transformaciones de las nanopartículas en el medioambiente y los efectos que los microorganismos tienen sobre estas. Ahí es donde entra en acción la Carnegie Mellon, señaló Gregory Lowry, profesor asociado de ingeniería civil y medioambiental y subdirector del Centro. Es importante estudiar las nanopartículas, porque éstas no siguen las mismas reglas ni tienen las mismas propiedades que los materiales a otros tamaños. Si un material de gran tamaño lo hacemos lo suficientemente pequeño, señala Lowry, sus propiedades de superficie van a cambiar; se producirán cambios en la estructura cristalina, en la energía de superficie e incluso en el número de sitios reactivos de las partículas. Puesto que, actualmente, los nanomateriales se utilizan muy a menudo en productos comerciales, como calcetines, lavadoras y filtros de agua, es importante saber qué sucede después de que éstos entren en contacto con el medioambiente.

Por su parte, la compañía aseguradora estadounidense Continental Western Insurance Group acaba de enviar un comunicado a sus clientes excluyendo la cobertura para los productos que contengan nanotubos. El documento aclara que modifica el seguro otorgado, el que ahora no cubre:

“Lesiones corporales”, “daños materiales” o “daños a la persona y perjuicio publicitario” relacionados con la presencia de “nanotubos” o “nanotecnología” en cualquier forma, o de sustancias nocivas que emanen de “nanotubos” o “nanotecnología”, o la exposición a dichas sustancias, “nanotubos” o “nanotecnología”, ya sea dicha presencia o exposición real, presunta o potencial. Esto incluye el uso, consumo, ingestión, inhalación, absorción, existencia, presencia, proliferación, emanación, dispersión, filtración, migración, emisión y fuga de “nanotubos” o “nanotecnología”, contacto con “nanotubos” o “nanotecnología” y exposición a “nanotubos” o “nanotecnología”. Tales daños causados por “nanotubos” o “nanotecnología” o por exposición a “nanotubos” o “nanotecnología” también incluye, pero sin limitación:

- a. La existencia, almacenamiento, manejo o transporte de “nanotubos” o “nanotecnología”;
- b. La extracción, reducción o contención de “nanotubos” o “nanotecnología” de estructuras, materiales, artículos, productos o procesos de fabricación;
- c. La eliminación de “nanotubos” o “nanotecnología”;
- d. Cualquier estructura, proceso de fabricación o productos que contengan “nanotubos” o “nanotecnología”;
- e. Cualquier obligación de compartir daños y perjuicios con terceros que deban pagar daños y perjuicios por tales lesiones o daños, o de compensar a dichos terceros por el pago de daños y perjuicios;

- f. Cualquier producto fabricado, comercializado, manipulado o distribuido por el asegurado, o en nombre del asegurado, que contenga “nanotubos” o “nanotecnología”; o
- g. Cualquier supervisión, instrucción, recomendación, garantía (expresa o implícita), advertencia o consejo dado o que debió ser dado.

Y agrega las siguientes definiciones:

- El término “nanotubos” significa cilindros huecos de átomos de carbono o fibras de carbono o cualquier tipo o forma de “nanotecnología” que poseen propiedades notables de resistencia y electricidad y que sean usados en productos, artículos o materiales.
- El término “nanotecnología” significa ingeniería a nivel molecular o atómico.

Pese a todas estas advertencias, el principio de precaución aplicado hasta en una simple caída de un burro, no se utiliza en la nanotecnología. ¿A que obedece esta tozudez suicida? En primer lugar, debido a su vinculación con la competencia dentro del “libre mercado”. Las compañías -especialmente las de gran porte- necesitan urgentemente incrementar sus ventas y para ello, debido al empobrecimiento creciente de la sociedad, apuestan al sector más rico ofreciendo productos cada vez más sofisticados. Simultáneamente, la nanotecnología también les permitirá lucrar corrigiendo los desastres que ellas mismas provocaron, por ejemplo la contaminación del agua y del suelo. Es cierto que nos prometen avances, producidos por la nanotecnología, en la medicina. Pero todo indica que la misma estará -al igual que los artículos suntuarios- disponible para una elite. En segundo lugar, la nanotecnología se encuentra hoy al servicio de la concepción belicista y “antiterrorista” exacerbada luego del 11 de Septiembre de 2001 y tanto Rusia como Estados Unidos están trabajando en la creación de nanoarmamento. La semana pasada Andrei Alekséenko, director del Nanocentro del Instituto Energético de Moscú, declaró que el desarrollo de la nanotecnología en el campo militar podrá ser utilizado para batir “de forma inteligente” cualquier blanco móvil, incluidos los tanques. “Unos nanodispositivos con dimensiones inferiores a un milímetro podrán servir para formar una ‘nube’ de cualquier tamaño y potencia de carga”, precisó el investigador.

Hace dos años que los trabajadores de la alimentación alertamos sobre estos peligros<sup>4</sup> y hasta ahora no hemos conseguido superar la etapa de la denuncia.

Parece haber llegado la hora de emprender, junto a otros actores sociales, acciones más categóricas.

- 1- Este Dr. Maynard es el mismo que se presentó en noviembre del año pasado ante parlamentarios estadounidenses con un sobre conteniendo nanotubos de carbono. Los había adquirido por Internet y le habían llegado por correo con una hoja de seguridad que los describía como hechos de grafito y que no requerían ninguna precaución especial más allá de las necesarias para cualquier “polvo molesto”.
- 2- Fuente *The Guardian Science*, publicado en <http://www.euroresidentes.com> bajo el título “Posible relación entre nanotubos de carbono y cáncer”, con fecha 22.05.2008.
- 3- Una versión en español puede encontrarse en <http://www.euroresidentes.com> bajo el título “Estudio sobre los peligros de las nanopartículas”, con fecha 01.10.2008.
- 4- Ver Resolución sobre Nanotecnología de la 13 Conferencia Latinoamericana

## Fuente documental 7

Título:

Fuente: Presentación en PDF

Fecha de publicación: no corresponde

### PELIGROS y DESAFÍOS DE LA NANOTECNOLOGÍA

De lo genéticamente modificado  
a lo atómicamente modificado



Enildo Iglesias

### NANOTECNOLOGÍA (NT)

Es una palabra de alcance desconocido para la mayoría de la población. Sin embargo, se trata de la próxima revolución tecnológica que ya despegó.

Es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación, aplicación y explotación de materiales, aparatos y sistemas funcionales, a través del control de la materia a nanoescala.

### NANOCIENCIA

Se dedica al estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala **nanométrica**.

Un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro.

- Si dividimos un metro en mil partes tenemos un milímetro; si dividimos un milímetro en mil partes tenemos un micrómetro y dividiendo un micrómetro en mil partes tenemos un nanómetro.
- En un nanómetro caben entre tres y cinco átomos.
- Un nanómetro es diez mil veces más delgado que un cabello humano.

### CONVERGENCIA DE TECNOLOGÍAS



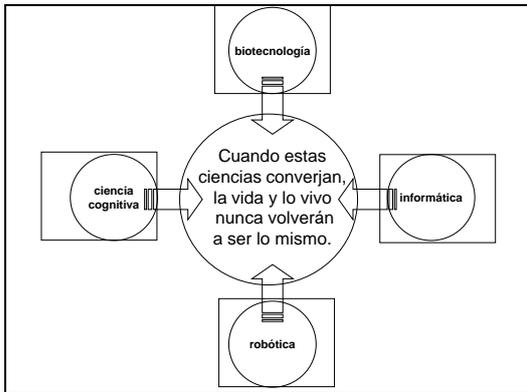
### BIOTECNOLOGÍA

Por abarcar una variedad de técnicas que implican el uso y la manipulación de organismos vivos, se ha vuelto sinónimo de ingeniería genética, proceso por el cual los genes son alterados y transferidos de un organismo a otro.

### CIENCIA COGNITIVA

Un mayor entendimiento de la cognición permite el desarrollo de la inteligencia artificial con la cual las máquinas emulan procesos mentales.

También incluye las neurociencias cognitivas, lo que permite la exploración y manipulación de la mente, en especial en lo que se refiere al "mejoramiento" del desempeño humano..



### Lógica inversa

x 1 millón =

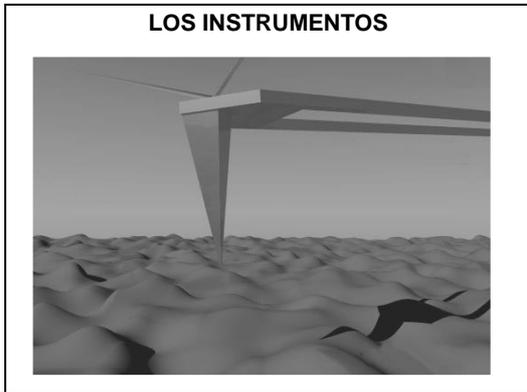
EL PROBLEMA NO SON LAS PATENTES,  
SINO QUIENES LAS ESTÁN SOLICITANDO

Preocupante:

Además de las compañías, quienes más están solicitando patentes relacionadas a la NT, son el Ejército y la Armada de los EE.UU.

### LO PEQUEÑO ES DIFERENTE

Grafito a escala "nano"



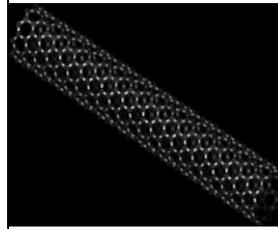
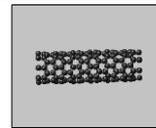
- #### YA EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS PRODUCTOS NANOTECNOLÓGICOS:
- Defensas de automóviles
  - Pinturas para proteger contra la corrosión, rasguños y radiación
  - Capas antideslumbramiento para anteojos y autos
  - Herramientas para cortar metales
  - Cremas para el sol y cosméticos
  - Pelotas de tenis más durables
  - Raquetas de tenis más livianas y fuertes
  - Ropas y lentes a prueba de manchas
  - Tintas
  - Convertidores catalíticos para automóviles
  - Palos de golf más flexibles y resistentes
  - Desinfectantes y limpiadores

### LA ACADEMIA BRITÁNICA ADVIERTE

En 2004, a pedido del gobierno británico, la Royal Society y la Royal Academy of Engineering elaboraron un informe que:

- Destaca las posibilidades innovadoras de la NT.
- Recomienda que los materiales producto de la NT sean analizados como nuevos productos químicos.
- Crítica la política permisiva de EE.UU. y señala el peligro de que estas partículas sean absorbidas en grandes cantidades por la piel y el sistema respiratorio.
- Advierte que los **nanotubos** de carbono podrían fijarse en los alvéolos pulmonares igual que las fibras de amianto y provocar cáncer.
- Recomienda garantizar el control de la NT en textos legales y revisar los sistemas de autorización de las sustancias.

### NANOTUBO



Es una fibra hueca construida a partir de la estructura molecular del carbono C60, el cual, por sus propiedades únicas de alta resistencia, conductividad eléctrica, conductividad térmica y elasticidad, se usa en numerosas industrias. Es cien veces más resistente que el acero pero seis veces más ligero.

### ¿LIBRE MERCADO O MERCADO LIBRE ... DE CONTROL?



Es llamativo que de las 37 empresas mencionadas, 18 estén vinculadas a la alimentación o la agricultura

Además, ya existen unas 300 empresas que tienen el término **"nano"** en su nombre

### Otros países que invierten en NT

- Chile
- Cuba
- Corea del Sur
- Israel
- Tailandia
- Taiwán
- Sudáfrica



### BRASIL

La **Empresa Brasileña de Investigación Agraria (EMBRAPA)** anunció el pasado abril que construirá un laboratorio para el desarrollo de NT agrícola, denominado Laboratorio Nacional de Nanotecnología para el Negocio Agrícola.

El edificio se ubicará en la ciudad de São Paulo con una inversión de US\$ 2 millones. Allí se producirán "nanofibras" capaces de fortalecer fibras naturales como las de coco y sisal. Además, desarrollará nanopartículas para controlar la liberación de agrotóxicos.

### CHILE

Acaba de firmar un acuerdo sobre NT con la Unión Europea

### Introducción de nuevas tecnologías: CINCO ANTECEDENTES

- 1 La máquina de vapor de la primera Revolución Industrial sometió a los obreros a un largo tormento.
- 2 Los antibióticos salvaron muchas vidas, pero también hicieron a las personas más vulnerables y a las bacterias más resistente.
- 3 El DDT sirvió para eliminar algunas plagas, pero contaminó el ambiente perjudicando la salud de los humanos y de otros seres vivos.
- 4 La energía nuclear se anunciaba como la solución energética limpia, pero los accidentes y otros imprevistos la pusieron en entredicho.
- 5 Luego de años todavía se mantiene la controversia sobre los transgénicos.

**El argumento de que la tecnología es algo inocuo, no se sostiene:**

**CUATRO EJEMPLOS**

- 1 El aire acondicionado fomentó el desarrollo de la bacteria Legionella.
- 2 El cambio en las cadenas alimenticias del ganado generó la "vaca loca" y la variante Creutzfeld-Jakob en los humanos.
- 3 Los cambios en el medio ambiente y la explotación de nuevas áreas agrícolas y forestales expandieron la fiebre de Ebola.
- 4 La contaminación de cursos y fuentes de agua facilitaron la expansión de la Cyptosporidiosis.

**UNA TECNOLOGÍA NO NACE y SE DESARROLLA EN FORMA AISLADA**

Siempre se desarrolla dentro de un contexto social, con el objetivo explícito de reproducir ese contexto.

**NT, ¿PARA QUIÉN?**

Para el Grupo de Trabajo en Ciencia, Tecnología e Innovación del Proyecto Milenio de la ONU, la NT será beneficiosa porque:

- 1º. Implica poco trabajo en la elaboración de objetos.
- 2º. Es altamente productiva.

Esta es la visión de los "nanoutópicos"



**CONSECUENCIAS de la NT:**

- SOCIALES  
*Turbulencias económicas y políticas.*
- ECONÓMICAS
- AMBIENTE y SALUD
- MEDICINA  
*Hay problemas de salud que nada tienen que ver con la medicina o la técnica.*
- GUERRA  
*La NT será aplicada a la industria militar.*
- AGUA  
*Beneficiando las CTNs*
- ALIMENTACIÓN  
*La forma de producir - y de trabajo - en la industria alimenticia se modificará radicalmente.*
- AGRICULTURA  
*Perjudicando a los más pobres.*

**CONSECUENCIAS SOCIALES**



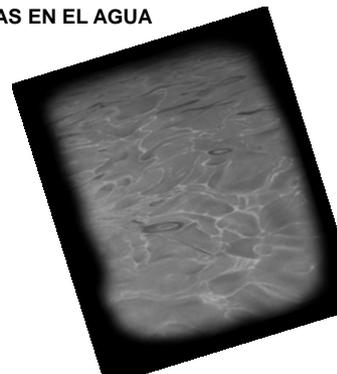
**CONSECUENCIAS EN AMBIENTE y SALUD**



**CONSECUENCIAS EN LA GUERRA**



**CONSECUENCIAS EN EL AGUA**



**CONSECUENCIAS INDUSTRIA ALIMENTACIÓN**

**Nestlé y L'Oreal**

Crearon en 2004 (50/50) Laboratorios Innéov. El primer producto elaborado es "Innéov Firmnes", un alimento que se ingiere vía oral para corregir la pérdida de elasticidad en la piel.

**Unilever**

Investiga en nanocápsulas para cambiar la textura de los helados.



**CONSECUENCIAS INDUSTRIA ALIMENTACIÓN**

**Rutgers University de Nueva Jersey**

Está desarrollando:

- Comida que utilizará proteínas para administrar medicamentos a áreas determinadas del cuerpo.
- Empaques que cambian de color cuando la comida comienza a echarse a perder.
- Cerveza - Ya existen botellas de plástico que le dan a la bebida 6 meses de vida. Están trabajando en una botella en la cual la cerveza durará 18 meses.

*Es evidente que la forma de producir  
-y de trabajo- de la industria alimenticia  
se modificará radicalmente*

**CONSECUENCIAS EN LA AGRICULTURA**

En diciembre de 2002 el USDA pronosticó que con NT la agricultura será:

- más atomizada
- más industrializada
- reducida a funciones simples
- serán eliminadas aun más personas del trabajo agrícola



**El agro será una biofábrica de gran extensión que podrá monitorearse y maniobrase desde computadoras**

**PERJUDICANDO A LOS MÁS POBRES**

- La NT pone en peligro la forma de vida de los 2.600 millones de personas dedicadas a la agricultura en el mundo.
- Dentro de los más vulnerables estarán los pequeños productores, los asalariados agrícolas y la agricultura familiar.
- En EEUU ya hay más gente en las cárceles que en el campo
- Concentrará aun más el poder económico en manos de las **CTNs** y los grandes terratenientes.
- Impulsará el modelo de agricultura industrial.
- No hay forma de que los pobres se beneficien de una tecnología que está fuera de su control.

**¿DÓNDE APUNTAN LOS PODEROSOS?**

**Las CTNs que hoy dominan el negocio de los transgénicos son las que más invierten en NT**

- **Monsanto**  
Está desarrollando su herbicida **Roundup** en nanocápsulas. Su objetivo es extender la patente otros 20 años.
- **Pharmacia**  
Tiene patentes de nanocápsulas de liberación lenta usadas en agentes biológicos como insecticidas, fungicidas, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes.
- **Syngenta**  
Patentó la tecnología Zeon, microcápsulas de 250 nanómetros que liberan los plaguicidas que contienen en contacto con las hojas. Están a la venta con el insecticida Karate para uso en arroz, pimientos, tomates y maíz. También posee una patente sobre una nanocápsula que libera su contenido en contacto con el estómago de ciertos insectos.

**IGNORANDO LOS RIESGOS**

**RESUMIENDO**

- Las nanopartículas pueden tener diversos efectos negativos sobre el ambiente
- entrar en la cadena alimenticia
- influenciar la biosfera
- alterar los ecosistemas y crear nuevos tipos de basura

**¡CUIDADO!**

Un tercio de esos productos se **ingieren** o se **aplican sobre la piel**

- No existe legislación alguna en ningún país del mundo para reglamentar la NT
- Más de 200 productos que incorporan NP se encuentran a la venta sin ninguna reglamentación y sin que sus envases luzcan advertencia alguna
- En EE. UU. las ventas de productos que incorporan NT alcanzaron **US\$ 32.000 millones en 2005**

**Preocupa en ese país la falta de investigación en la seguridad de los nuevos productos, de los US\$ 1.000 millones que el gobierno dedicó el año pasado a financiar la investigación en NT, sólo 11 millones fueron a parar a estudios sobre su seguridad.**

**Estamos en un mundo en el cual lo científico  
avanza más que lo social.**

En ese mundo, regido por el lucro empresarial, la NT está lanzando productos al mercado antes que la sociedad tenga posibilidad de analizar sus efectos, los que serán:

**Sociales  
Económicos  
Ambientales  
En la salud**

---

**¿Qué otra razón -además del lucro- existe para lanzar al  
mercado productos que nadie necesita?**

**PROTESTAS EN GRENOBLE**

El pasado 1º de junio se inauguró en Grenoble (sureste de Francia) el primer polo europeo para las NT (Minattec)

**La población se manifestó:**

- Contra la invasión de espías electrónicos
- Ni OGM ni OAM
- No a los artículos innecesarios
- Contra las partículas "asbesto bis"
- Contra las armas del futuro
- No a los hombres máquinas
- No convertir Grenoble en ciudad al servicio de la NT
- No a una vida bajo control electrónico
- No queremos tragar OAM

**¿QUÉ DEBEMOS HACER?**

La sociedad civil y los movimientos sociales deben emprender un debate amplio acerca de la NT y sus implicaciones económicas, ambientales, sociales y de salud.

\*\*\*\*

No debemos caer en el error de aceptar que las discusiones y decisiones sobre NT queden en manos de "expertos".

\*\*\*\*

Movilizar a nuestras organizaciones afiliadas instándolas a discutir con el resto de la sociedad y los gobiernos las posibles consecuencias de la NT.

**Acciones a ser impulsadas por la  
Rel-UITA**

**1**

Reclamar de los gobiernos y los organismos internacionales que corresponda, la aplicación del Principio de Precaución, prohibiendo la venta de alimentos, bebidas y forrajes, así como todos los insumos agrícolas que incorporen nanotecnología, hasta que se demuestre que son seguros y se apruebe un régimen regulatorio internacional específicamente diseñado para analizar esos productos.



**3**

Exigir a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la actualización del *Codex Alimentarius*, tomando en cuenta el uso de nanotecnología en la alimentación y la agricultura.



**5**

Solicitar a la Organización Internacional del Trabajo (OIT) un estudio urgente de los posibles impactos de la nanotecnología en las condiciones de trabajo y empleo en la agricultura y en la industria de la alimentación.

Finalizado el estudio deberá convocarse lo más rápido posible, una Conferencia Tripartita sobre el tema.



## Bibliografía

- Abad, Luis (1995): *La mirada distante sobre Lévi-Strauss*. Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), Colección Monografías, Número 142. Madrid.
- Aguilar Cruz, Conrado (2005): *Naturaleza del cambio tecnológico y el crecimiento económico*. En *Contribuciones a la Economía*, febrero 2005. En, <http://www.eumed.net/ce/>
- Aibar, Eduard (1996): *La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en el estudio social de la tecnología*. Revista Española de Investigaciones Sociológicas, Número 76, págs. 141-170.
- Aibar, Eduard (2001): *Fatalismo y tecnología: ¿es autónomo el desarrollo tecnológico?* Universitat Oberta de Catalunya. En, [http://www.uoc.edu/webs/eaibar/\\_resources/documents/Aibar\\_fatalismo.pdf](http://www.uoc.edu/webs/eaibar/_resources/documents/Aibar_fatalismo.pdf)
- Alcázar, José (1986): *El origen del hombre*. Ediciones Palabra. Madrid.
- Alexander, Jeffrey (1992): *Las teorías sociológicas desde la Segunda Guerra Mundial*. Análisis multidimensional. Gedisa. Barcelona.
- Alexander, Jeffrey (2000): *Sociología Cultural. Formas de clasificación en las sociedades complejas*. Antropos-Flacso. Barcelona.
- Alonso, Luis (2003): *La mirada cualitativa en Sociología*. Fundamentos. Madrid.
- Andréu, Jaime (2000): *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. En, <http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S200103.pdf>
- Argenti, Gisela (1985): *Efecto de las nuevas tecnologías en América Latina*. Colección Cuadernos de CIESU, Núm. 50. Banda Oriental. Montevideo.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (1989): *Los desafíos del cambio tecnológico*. Proyecto Uruguay 2000, Núm. 4. FESUR. Montevideo.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (1999): *Uruguay: el Sistema Nacional de Innovación en un pequeño país periférico*. En Bella Vista, J. y Renobell, V: *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2003): *Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento*. Cambridge University Press. Madrid.
- Artigas, Ana (2008): *Nanopasos en Uruguay*. En *Nanorrevolución*. Separata, Brecha, 24 de julio de 2008.
- Baudrillard, Jean (2001): *Senhas*. Difel. Rio de Janeiro.
- Baudrillard, Jean (2002): *La ilusión virtual*. Siglo XXI. Buenos Aires.
- Berger, P. y Luckman, T. (1979): *La construcción social de la realidad*. Amorrortu Editores. Buenos Aires.
- Bernal, Gabriela (2006): *El desarrollo tecnológico, una perspectiva social y humanista*. Ponencia en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, 19 a 23 de julio de 2006, México DF. En, <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa1/m01p02.pdf>

Comisión de las Comunidades Europeas (2004): Comunicación de la Comisión - *Hacia una estrategia europea para las nanotecnologías*. Referencia: COM (2004) 338 final. Bruselas, 12/05/2004. En, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52004DC0338:ES:NOT>.

Costa, José (2006): *Innovación y propiedad industrial*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Crónicas (2008): *El nuevo paradigma. Nanotecnologías*. En, <http://www.cronicas.com.uy/HNIImprimir.cgi?12908,0>.

Chávarro, Luis Alfonso (2004): *El debate sobre el determinismo tecnológico: de impacto a influencia mutua*. En Sistema y Telemática. Núm. 4, julio/diciembre de 2004, págs.121-143. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad ICESI. Cali. En, [http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/handle/item/404](http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/item/404)

Chiacone, Adriana; Chimuris, Ramiro y Garrido, Lydia (2007): *La nanotecnología en el Uruguay*. En, <http://estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/uruguay.pdf>

Chiacone, Adriana; Chimuris, Ramiro y Garrido, Lydia (2010): *Historia del desarrollo de las nanotecnologías en el Uruguay*. En Chiacone, Adriana y Foladori, Guillermo (Cdres.): *Las nanotecnologías en Uruguay*. ReLANS y CSEAM, UdelaR. Montevideo.

Chimuris, Ramiro y Garrido, Lydia (2007): *El control extranjero de las nanotecnologías mediante los derechos de propiedad*. Theoami (Número 16, 2007. Pág. 56-68). Buenos Aires. En, <http://revista-theomai.unq.edu.ar/NUMERO16/Chimuris.pdf>

Delgado, Gian Carlo (2006): *Sociología política de la nanotecnología civil y militar*. En Foladori, Guillermo e Ivernizzi, Noela (Cdres.): *Nanotecnologías disruptivas. Implicaciones sociales de las nanotecnologías*. Universidad Autónoma de Zacatecas. México.

Delgado, Gian Carlo (2008): *Entre la competencia y la dependencia tecnológica: la nanotecnología en el continente americano*. Nómadas, revista de la Universidad Complutense de Madrid (núm. 17, enero-junio de 2008). Madrid.

Diéguez, Antonio (2005): *El determinismo tecnológico: indicaciones para su interpretación*. En Argumentos de razón técnica: Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología, Núm. 8, 2005, págs. 67-88. En, <http://webpersonal.uma.es/~DIEGUEZ/hipervpdf/DETERMINISMOTECNOLOGICO.pdf>

Durkheim, Émile (1968): *Las formas elementales de la vida religiosa*. Schapiere. Buenos Aires

Durkheim, Émile (2002): *Las reglas del método sociológico*. La nave de los locos. Buenos Aires.

Espacio Interdisciplinario (2011): Proyectos [blog]. En, <http://www.ei.ur.edu.uy/proyectos.html#CINQFM>. Consultado el 22 de noviembre de 2011.

Falleti, Valeria (2009): *Nuevas tecnologías de la Información y su relación con lo social. Coordenadas para desentrañar los determinismos de la relación tecnología y sociedad*. Revista Espacios. Vol. 30 (2) 2009, pág. 12. En, <http://www.revistaespacios.com/>

Fitoussi, Jean-Paul y Rosanvallon, Pierre (1997): *La nueva era de las desigualdades*. Manantial. Buenos Aires.

Flick, Uwe (2007): *Introducción a la investigación cualitativa*. Morata. Madrid.

Foladori, Guillermo e Invernizzi, Noela (2006): *Nanotecnologías disruptivas. Implicaciones sociales de las nanotecnologías*. Universidad Autónoma de Zacatecas. México.

Foladori, Guillermo (2007): *Nanotecnologías, salud y pobreza. ¿Cuáles son las expectativas?* En Juan R. Coca (Cdr.): *Varia biológica. Filosofía, ciencia y tecnología*. Centro de Estudios Metodológicos e Interdisciplinarios, Universidad de León.

Foladori, Guillermo e Invernizzi Noela (2008): *Los trabajadores de la agricultura y la alimentación cuestionan las nanotecnologías. La resolución de la UITA*. En Foladori, Guillermo e Invernizzi, Noela (Cdres.): *Nanotecnologías en la Alimentación y Agricultura*. Universidad de la República, Montevideo.

Foladori, Guillermo (2008): *La revolución industrial del siglo XXI*. En *Nanorrevolución*. Separata, Brecha, 24 de julio de 2008.

Foladori, Guillermo e Invernizzi Noela (2009): *La nanotecnología en la crisis mundial*. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana (Volumen 8, número 23, 2009. Pág. 281-298). Universidad Bolivariana. Santiago de Chile.

Fressoli, Mariano y Thomas, Hernán (2010): *Tecnologías para la inclusión social: ¿Otra visión sobre la innovación tecnológica?* Fórum Nacional Ciência, Tecnologia e Sociedade, Instituto Federal de Educación, Ciencia e Tecnología de Santa Catarina (23, 24 e 25 de junio de 2010). Florianópolis, Brasil. En, [http://forumcts.ifsc.edu.br/apresentacoes/apresentacao\\_palestra\\_mariano\\_fressoli\\_2.pdf](http://forumcts.ifsc.edu.br/apresentacoes/apresentacao_palestra_mariano_fressoli_2.pdf)

Galcerán, Montserrat y Domínguez, Mario (1997): *Innovación tecnológica y sociedad de masas*. Síntesis. Madrid.

Gaytán, Felipe (2001): *Jeffrey Alexander, Sociología cultural, formas de clasificación de las sociedades complejas*. En Estudios Sociológicos 56 (Volumen 19, número 2, mayo-agosto de 2001, pág. 578-582). Revista de El Colegio de México. México. En, [http://revistas.colmex.mx/revistas/8/art\\_8\\_726\\_4450.pdf](http://revistas.colmex.mx/revistas/8/art_8_726_4450.pdf)

Giddens, Anthony (1993): *Consecuencias de la modernidad*. Alianza. Madrid.

Gil Antón, Manuel (1997): *Conocimiento científico y acción social. Crítica epistemológica a la concepción de ciencia en Max Weber*. Gedisa. Barcelona.

Habermas, Jürgen (1988): *La crisis del Estado de bienestar y el agotamiento de las energías utópicas. Ensayos políticos*. Península. Madrid.

Kahn, Jennifer (2006): *Promesas de la nanotecnología*. En National Geographic - En español. Junio de 2006, volumen 18, número 6. Publicada por Televisa Argentina. Editorial Televisa.

Katz, Claudio (1998): *Determinismo tecnológico y determinismo histórico-social*. En Revista Redes, Vol. V, Núm. 11, junio 1998, págs. 37-52. Universidad Nacional de Quilmes Argentina.

Kay Kay, Luciano y Shapira, Philip (2009): *Developing Nanotechnology in Latin America*. Perspectives. Journal of Nanoparticle Research, Vol. 11, Núm 2, págs. 259-278. En, <http://www.springerlink.com/content/x0567m06052100r8/fulltext.pdf>

Kocka, Jürgen (1994): *Objeto, conceito e interesse*. En Gertz, René: *Max Weber y Karl Marx*. Editora Hucitec. São Paulo.

Krippendorff, Klaus (1997): *Metodología del análisis de contenido. Teoría y práctica*. Paidós. Barcelona.

Llamas, carmes (2006): *Discurso oral y discurso escrito: una propuesta para enseñar sus peculiaridades lingüísticas en el aula de ELE*. En Álvarez, Alfredo (Eds.): *La competencia pragmática y la enseñanza del español como lengua extranjera* (pág. 402-411). Actas del XVI Congreso Internacional de Asele, Universidad de Oviedo. Oviedo.

Latiesa, Margarita (2005): *Validez y fiabilidad de las observaciones sociológicas*. En García Ferrando, Manuel; Ibáñez, Jesús y Alvira, Francisco (Cdres.): *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación social*. Alianza. Madrid.

López Noguero, Fernando (2002): El análisis de contenido como método de investigación. En XXI, Revista de Educación (número 4, pág. 167-179). Universidad de Huelva.

Mallo, Susana y Marrero, Adriana (1990): *Modernidad y Posmodernidad y su incidencia en las transformaciones del discurso político en Uruguay y Argentina*. En Revista de Ciencias Sociales, número 4. Publicación de la Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR. Montevideo.

Manual de Frascati (2002): *Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. Edición española. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Edita: Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT).

Marx, Karl y Engels, Frederic (1955): *Manifiesto del partido comunista*. En *Carlos Marx - Federico Engels. Obras escogidas en dos tomos*. Tomo 1. Progreso. Moscú

Marrero, Adriana (1999): *Weber y la sociología comprensiva: un reexamen*. Documento de trabajo n° 48, Departamento de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR. Montevideo.

Mayntz, Renate; Holm, Kurt y Hubner, Peter (1993): *Introducción a los métodos de la sociología empírica*. Alianza. Madrid.

McKinney, John (1968): *Tipología constructiva y teoría social*. Amorrortu. Buenos Aires.

Miller, Georgia y Senjen, Rye (2008): *Del laboratorio a la cadena alimenticia: las nanotecnologías en los alimentos y la agricultura*. En Foladori, Guillermo e Invernizzi, Noela (Cdres.): *Nanotecnologías en la Alimentación y Agricultura*. Universidad de la República. Montevideo.

Mombrú, Álvaro (2008): *Innovación y desarrollo tecnológico hacia el futuro del Uruguay*. En ponencias del Seminario, *Ciencia, tecnología y sociedad*. Centro Cultural de España de Montevideo (CCE).

Mombrú, Álvaro (2010): *Nanotecnología y Uruguay*. En Chiacone, Adriana y Foladori, Guillermo (Cdres.): *Las nanotecnologías en Uruguay*. ReLANS y CSEAM, UdelaR. Montevideo.

Monsiváis, Alejandro (2001): *Reseña de "Sociología cultural. Formas de clasificación en las sociedades complejas" de Jeffrey C. Alexander (2000)*. En *Religión y Sociedad* (vol. XIII, número 21, enero-julio de 2001, pág. 219-226). *Revista de El Colegio de Sonora*. México DF.

En, <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10202110>

Moreno, Luis y Luján, José (1996): *El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión*. Revista española de investigaciones sociológicas, Número 74, 1996, págs. 127-162.

En, [http://www.reis.cis.es/REISWeb/PDF/REIS\\_074\\_08.pdf](http://www.reis.cis.es/REISWeb/PDF/REIS_074_08.pdf)

Oddone et al (2010): *Nanociencia, nanotecnología y nanobiología*. En Chiacone, Adriana y Foladori, Guillermo (Cdres.): *Las nanotecnologías en Uruguay*. ReLANS y CSEAM, UdelaR. Montevideo.

OEI (1999): *Conclusiones y recomendaciones. Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología de la Comunidad Iberoamericana - VII Conferencia Científica del Programa CYTED: El*

*desarrollo sostenible y la transferencia de tecnología en una economía globalizada*, 22 al 24 de septiembre de 1999, La Habana. En, <http://www.oei.es/viicyted.htm>

Ortí, Alfonso (1999): *La confrontación de modelos y niveles epistemológicos en la génesis e historia de la investigación social*. En Delgado y Gutiérrez: *Métodos y técnicas cualitativas de investigación social*. Síntesis. Madrid.

Parsons, Talcott (1994): *El sistema social*. Alianza. Madrid.

Pérez, Eulalia (2008): *Ciencia y tecnología en sociedades auténticamente democráticas*. En Ponencias del Seminario, *Ciencia, tecnología y sociedad*. Centro Cultural de España de Montevideo. Montevideo.

Piñuel, José Luis (2002): *Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. En, <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>

Poole, Charles y Owens, Frank (2007): *Introducción a la nanotecnología*. Editorial Reverté. Barcelona.

Presidencia (2008): *Gobierno-UDELAR. La investigación especializada en nanotecnología al servicio del país productivo*.

En: [http://www.presidencia.gub.uy/\\_Web/noticias/2008/04/2008042212.htm](http://www.presidencia.gub.uy/_Web/noticias/2008/04/2008042212.htm)

Real Decreto Legislativo 4/2004, de 5 de marzo. Capítulo IV, Artículo 35.1.a: Concepto de investigación y desarrollo; y Artículo 35.2.a: Concepto de innovación tecnológica.

En, <http://www.boe.es/boe/dias/2004/03/11/pdfs/A10951-11014.pdf>

Sabato, Jorge A. y Mackenzie, Michael (1982): *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional*. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales. Nueva Imagen. México D.F.

Sandhusen, Richard (2002): *Mercadotecnia*. Compañía Editorial Continental, Primera Edición. México.

Saussure, Ferdinand de (1991): *Curso de lingüística general*. Akal Universitaria, Madrid.

Simmel, Georg (1968): *El concepto y la tragedia de la cultura*. En *Sobre la aventura*. Península. Barcelona.

Sorokin, Pitirim (1960): *Sociedad, cultura y personalidad*. Aguilar. Madrid.

Sutz, Judith (2008): *Ciencia, tecnología, innovación e inclusión social: Una agenda urgente para universidades y políticas*. En Ponencias del Seminario, *Ciencia, tecnología y sociedad*. Centro Cultural de España de Montevideo. Montevideo.

Thomas, Hernán (2010): *Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica. Innovación, Desarrollo, Democracia*. En Tula Molina, Fernando y Giuliano, Gustavo (Eds.): *Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas*. MINCyT. Buenos Aires.

Valles, Miguel (1997): *Técnicas cualitativas de investigación social: reflexión metodológica y práctica profesional*. Síntesis. Madrid.

Warner, Aaron (1965): *Tecnología y cambio social*. En Ginzberg, Eli. (Comp.). *Manuales UTHEA*, número 325/325ª. México.

Weber, Max (1976): *La ciencia como vocación*. En *Ensayos de sociología contemporánea I*. Planeta-Agostini. Barcelona.

Weber, Max (1978): *Sociología de la Religión*. La Pleyade. Buenos Aires.

Weber, Max (1984): *La acción social: ensayos metodológicos*. Península. Barcelona.

Weber, Max (1985): *La 'objetividad' cognoscitiva de la ciencia social y de la política social*. En: *Sobre la teoría de las ciencias sociales*. Planeta-Agostini. Barcelona.

Weber, Max (2005): *Economía y sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*. Fondo de Cultura Económico. México.

Zayago, Edgar, Foladori, Guillermo y Rushton, Mark y (2009): *Nanotecnología y los enclaves del conocimiento en Latinoamérica*. En *Revista Estudios Sociales* (Volumen 17, número 34, julio-diciembre de 2009. Pág. 324 a 326). Universidad de Sonora. México.

En, <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41711502014>

Zizek, Slavoj (1998): *Multiculturalismo, o la lógica cultural del capitalismo multinacional*. En Jamenson y Zizek: *Estudios culturales. Reflexiones sobre el multiculturalismo*. Paidós, Buenos Aires.

Monografía de Grado / Licenciatura en Sociología  
Tutor / Dr. Rafael Bayce

Facultad de Ciencias Sociales  
Universidad de la República