

EL USO DE OPCIONES REALES PARA LA VALUACIÓN DE PROYECTOS INNOVADORES

Virginia Grassetti
Javier García Fronti

INTRODUCCIÓN

El mundo ha evolucionado. La economía también. ¿Qué es la llamada “Economía del Conocimiento”?

“En una economía basada en el conocimiento, las fuentes de innovación se encuentran en mayor medida en las actividades de investigación y desarrollo” (Fundación Este País, AC, 2007).

Precisamente, es notable como estas actividades dirigidas a producir conocimiento han tomado una relevancia preponderante para las industrias de todos los sectores. Procesos productivos más eficientes y menos costosos son típicamente las ventajas que implica cualquier tipo de innovación. Más aun, en este nuevo escenario económico, avances de este tipo generan beneficios por si mismos al ser consolidados en una patente por la que cualquier otra empresa que desee aprovecharla deberá pagar por su uso. Pasado un tiempo determinado, dependiendo de cual sea la legislación en cada país, dicha patente se libera para ser explotada irrestrictamente en toda la industria. Es decir, una invención que comenzó siendo un beneficio exclusivo de su creador, se convierte en un beneficio para todas las empresas de esa rama, e incluso para otros sectores que pueden verse motivados ante los espectaculares resultados.

En este contexto, resulta clave la preponderancia de la denominada Triple Hélice: Estado-Universidad-Empresa. En primer lugar, el Estado debe elaborar nuevos instrumentos de política de modo de regular la producción y difusión del conocimiento, de manera tal que todos los participantes de la cadena se vean favorecidos, y a su vez, los beneficios se derramen sobre la sociedad toda. Asimismo, es muy importante el fortalecimiento de la política educativa, y es aquí donde entra en juego el rol crucial de la universidad. Siendo las facultades la cuna del conocimiento es allí a donde deben dirigirse los incentivos para fomentar la generación del mismo. Justamente, estos incentivos pueden involucrar la participación activa del sector empresarial en la financiación de las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D).

El desarrollo de la Nanociencia en el mundo es un claro ejemplo de lo anterior. Precisamente, el gobierno de los Estados Unidos, al reconocer los grandes beneficios que los productos nanotecnológicos ofrecen en términos de productividad y eficiencia para industrias de todo tipo, año a año fue incrementando su gasto dirigido a fomentar estas actividades. Aquí observamos lo crucial de poseer una Triple Hélice fuerte en términos de conexiones entre los tres tipos de agentes. No corren la misma suerte los países latinoamericanos donde la vulnerabilidad de sus economías representa un obstáculo fundamental para el proceso innovativo.

Evidentemente, el impacto de los desarrollos tecnológicos se hace vivible en todas las esferas, no solo en la económica, sino también en la política y la social. No pudiendo abarcar todos estos aspectos, en este trabajo nos concentraremos en el impacto económico, puntualmente en lo que respecta a las inversiones en la rama Nanocientífica. ¿Cuál fue la repercusión de las nuevas tecnologías desarrolladas durante las últimas décadas particularmente en lo referido a proyectos de inversión?

La Industria Nanocientífica ha logrado configurar un nuevo mercado que se distingue de aquellos delineados en la Teoría Neoclásica. Altos costos hundidos pagados completamente por adelantado, planes de inversión extendidos sobre varios períodos de tiempo y la presencia de múltiples tipos de incertidumbre constituyen las características más sobresalientes de este mercado. Es aquí donde reside nuestra problemática, ¿es posible que los métodos esbozados en la Teoría Neoclásica, en lo que se refiere a la evaluación de proyectos de inversión en Innovación y Desarrollo (I&D), se adapten a estas nuevas condiciones?

Históricamente, el análisis y la selección de proyectos de inversión ha sido un terreno complicado. En los años sesenta y principios de los setenta, se desarrolló el popular Modelo de Valuación de Proyectos denominado "Discounted Cash Flow" (DCF) "como resultado directo de la síntesis de (...) las propuestas de Modigliani y Miller sobre el modelo de activos financieros CAPM desarrollado por Sharpe y Litner" (Cortés Romero, et al. 2000). Básicamente, este método calcula el Valor Actual Neto (VAN) de cierto proyecto de inversión estimando los flujos de caja futuros que luego son descontados utilizando la tasa adecuada. Entonces, la regla resulta en aceptar solo aquellas inversiones con un VAN positivo.

Por otro lado, el criterio de valuación basado en la TIR representa otra cara de la misma moneda. Es decir, basándonos en el mismo esquema de actualización de flujos de ganancia futuros, la TIR es aquella tasa de descuento que iguala a cero el valor actual del proyecto de inversión. Entonces, ahora la regla es aceptar todos aquellos proyectos cuya tasa de retorno es mayor al costo de oportunidad, es decir, al retorno que me daría una inversión con el mismo riesgo en el mercado de capitales.

A lo largo del tiempo, fueron muchos los autores que señalaron las serias limitaciones del Modelo DCF como método para evaluar proyectos de inversión. Específicamente, A. M. Cortés, R. Herrerías, F. Palacios y S. Rayo hacen hincapié en dos características que demuestran lo inapropiado de este enfoque para analizar inversiones vinculadas a la Industria de la Nanotecnología.

En primer lugar, el VAN clásico se caracteriza porque el inversor toma su decisión de aceptar o rechazar una inversión bajo el supuesto de que permanecerá pasivo frente a las situaciones reales que se le presenten durante la vida del proyecto. Sin duda, esta rigidez es totalmente inadecuada en un mundo tan cambiante como el actual, y sobre todo, es completamente ineficiente en lo que respecta al Mercado Nanotecnológico cuya principal característica es la de poseer un altísimo grado de incertidumbre.

En segundo lugar, el Método de Valuación por VAN supone que la tasa de descuento es conocida y constante durante todo el horizonte temporal, lo cual no se condice con un entorno cambiante donde el riesgo variará según como logre adaptarse el inversor.

Más complejo aun resulta entonces seleccionar un criterio de evaluación que se adapte al todavía insipiente Mercado Nanotecnológico, caracterizado por su infinita incertidumbre y su necesidad de inversiones de gran tamaño a largo plazo. Precisamente, la hipótesis de esta tesis plantea al enfoque de las Opciones Reales como el método más adecuado para analizar el comportamiento de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) en la Industria de la Nanotecnología gracias a la flexibilidad (Miner, Peña and Otamendi 2000) que este otorga.

Contrastando con la propuesta neoclásica, el enfoque que proporciona la "Teoría de Opciones Reales" analiza a las inversiones potenciales como un proceso dinámico, llevado a cabo en varios períodos. Primordialmente,

este método enfatiza la interacción continua que existe entre un contexto, constantemente cambiante, y la toma de decisiones del inversor (Dixit and Pindyck n.d.). Es decir, las Opciones Reales incorporan la idea de la Empresa como un actor activo en el proceso de inversión que observa la evolución de las condiciones económicas período a período y ajusta sus decisiones de inversión a medida que la incertidumbre del contexto se resuelve gradualmente (Lavoie, 2004).

A modo de comprender cómo el enfoque de las Opciones Reales se adapta al mercado de productos nanocientíficos es preciso analizar la estructura del mismo. En primer lugar, dicho mercado está compuesto por dos tipos de empresas: los "start-ups" y las grandes multinacionales. Cada una de estas organizaciones posee una estrategia de inversión específica compatible con sus posibilidades en lo que se refiere al grado de excelencia científica y a la capacidad de financiación. En este sentido, podemos decir que los primeros son emprendimientos que cuentan con científicos de renombre y laboratorios de alta gama, pero dependientes financieramente de inversores, que en muchos casos resultan ser las mismas empresas multinacionales. En cuanto a estas, si poseen una gran disponibilidad de capital para invertir, su nivel científico es acotado, por lo que los contratos "limitados" se han convertido en una práctica común entre empresas y start-ups.

Concretamente, a la hora de emprender un proyecto de inversión, las grandes empresas pueden optar por adquirir el "stock de conocimiento" generado por los start-ups, lo cual implica un desembolsar parcial de su capital. De hecho, comprobaremos en este estudio que esta constituye su estrategia óptima, siendo que por un lado logran minimizar el altísimo grado de incertidumbre de tipo técnica, según la clasificación de Dixit y Pindyck, y por el otro, pueden elegir desembolsar el dinero restante en el momento que consideren oportuno de acuerdo a las condiciones internas de la empresa y a la evolución de la economía en general. Precisamente, este tipo de flexibilidad es la que se consigue a través de las Opciones Reales.

Por otro lado, si bien los start-ups, por su incapacidad de financiarse internamente, dependen de la actuación de las grandes empresas, si cuentan con otras ventajas. Es el stock de conocimiento que generan lo que constituye su activo más valioso. Precisamente, una vez iniciado un proyecto, si el mismo fracasara, los start-ups pueden vender el

conocimiento acumulado y recuperar, ya sea una parte o la totalidad, de los costos hundidos.

Esquemáticamente, este trabajo posee tres secciones. En la primera, se analizan los métodos de valuación de proyectos de inversión propuestos por la Teoría Neoclásica, reflejando sus limitaciones para adaptarse al mercado de tecnologías innovadoras. Luego, se presenta un enfoque de las Opciones Reales como la alternativa que mejor se adapta a las características propias de este nuevo mercado. Por último, se plantea un modelo sencillo que nos permitirá analizar las cuestiones más fundamentales de estas metodologías.

1. MÉTODOS DE VALUACIÓN NEOCLÁSICOS

Es sorprendente el vuelco que ha dado la economía global en los últimos años. Los mercados tal y como los definían los Neoclásicos han cambiado de forma tal que ni la más amplia Teoría de Fallas de Coordinación puede abarcar las infinitas excepciones a la regla. Pero este no es el único aspecto teórico que ha quedado obsoleto. A continuación, presentaremos dos de los Métodos de Valuación Neoclásicos más populares: el Método del Valor Actual Neto (VAN) y el Método de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR). ¿En qué consiste cada uno de estos métodos? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas? ¿Cuál es el más adecuado para cada tipo de inversión? Estos son algunos de los interrogantes que intentaremos responder en los párrafos siguientes.

1.1. Método del valor actual neto (VAN)

Básicamente, el Método del Valor Actual Neto consiste en utilizar como criterio de decisión para llevar a cabo un determinado proyecto el Valor Actual Neto (VAN) de dicha inversión. Lo que se intenta es determinar el valor presente de los flujos futuros que generará el negocio, para luego comparar dicha suma con el desembolso efectuado inicialmente. De esta forma, si el VAN es mayor a la suma invertida originalmente, el proyecto será económicamente viable, en caso contrario, los inversores decidirán no llevar adelante la acción.

Esencialmente, al realizar una inversión, ya sea para iniciar o continuar un determinado proyecto, se espera que la misma genere una corriente de

pagos futuros, la cual, como mencionamos anteriormente, debe superar el monto aportado inicialmente. Pero, ¿Cómo podemos valorar una inversión que genera una corriente estable de ingresos durante un período de tiempo dado? En primer lugar, es preciso calcular el Valor Actual (VA), para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$VA = C_1 / (1+r_1) + C_2 / (1+r_2)^2 + C_3 / (1+r_3)^3 + \dots + C_n / (1+r_n)^n$$

Una forma más abreviada para expresar lo mismo es:

$$VA = \sum C_t / (1+r_t)^t$$

Esta es la llamada formula del Flujo de Caja Descontado (FCD) que, como su nombre lo indica, permite descontar el Valor de un Activo que produce una corriente de Flujos de Caja Futuros C_1, C_2, \dots, C_n a la Tasa de Descuento correspondiente r_1, r_2, \dots, r_t . Cabe señalar que dicha tasa, comúnmente denominada Costo de Oportunidad del Capital, refleja la "recompensa" que el inversor recibe por emprender un proyecto de inversión en lugar de colocar su dinero en otras alternativas, como ser, la compra de acciones o títulos. Precisamente, es por esta razón que la Tasa de Descuento queda determinada por aquellas Tasas de Rendimiento imperantes en el mercado de capitales. De hecho, "si el flujo de caja futuro es absolutamente seguro, entonces la tasa de descuento es el tipo de interés de títulos sin riesgo, como la deuda del Gobierno de los Estados Unidos" (Brealey & Myers, 1999). Si estos flujos no son ciertos porque poseen algún tipo de riesgo, entonces la Tasa de Retorno adecuada es la de otro título con riesgo similar.

Luego, para obtener el Valor Actual Neto debemos incorporar el desembolso realizado inicialmente para emprender el proyecto, generalmente negativo:

$$VAN = C_0 + VA = C_0 + \sum C_t / (1+r_t)^t$$

De aquí se deriva la conclusión fundamental de la Teoría Neoclásica tradicional en materia de inversiones bajo incertidumbre: la inversión debe ser efectuada, si y solo si, el Valor Presente Neto esperado de una oportunidad de inversión es no negativo, o de forma similar, la inversión debe realizarse siempre que el Valor Marginal esperado del Capital sea igual a su costo. Lógicamente, si una Empresa posee varias alternativas de inversión, elegirá aquella con mayor VAN dado que el objetivo neoclásico por excelencia es siempre la maximización de los beneficios.

Finalmente, en su libro Brealey y Myers destacan tres aspectos fundamentales del método de valuación por VAN. Primeramente, los autores subrayan que dicho método encierra uno de los Principios más Fundamentales de la Teoría de las Finanzas Corporativas: "un dólar hoy vale más que un dólar mañana". Justamente, es por esta razón que el método del VAN puede ser considerado "sensible" dado que reconoce la incidencia del tiempo en el valor del dinero. De hecho, cualquier procedimiento que no considere dicho principio fundamental es completamente irrelevante según los autores. En segundo lugar, el Valor Presente Neto depende únicamente de los Flujos de Caja estimados para el proyecto y del Costo de Oportunidad del Capital. El uso de otros factores como ser las preferencias de los empresarios, el sistema contable aplicado por la compañía, el resultado operativo de la firma o la ganancia obtenida por otros proyectos independientes; acarrearán decisiones de inversión "inferiores". Por último, la propiedad de la aditividad permite sumar el Valor Actual de distintos proyectos dado que todos ellos están valuados en moneda corriente. Es decir, supongamos el caso en que un determinado proyecto A resultara ser inviable por poseer un VAN negativo. Luego, al incorporarlo a un segundo proyecto B, si la suma del VAN de A y B es mayor a 0, entonces el proyecto conjunto A+B resultará factible.

1.2. Método de la tasa interna de retorno (TIR)

Otra forma de valuar un proyecto de inversión es utilizando la Tasa Interna de Retorno (TIR), que se define como aquella tasa que reduce a cero el Valor Actual de una corriente de Flujos de Caja. Es decir, para calcular el valor de un proyecto que dura T años, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$VPN = C_0 + C_1 / (1+TIR) + C_2 / (1+TIR)^2 + \dots + C_n / (1+TIR)^n$$

La misma constituye un Índice de Rentabilidad que se utiliza como base de comparación para diferentes propuestas de inversión.

En principio, la Tasa de Retorno r de un proyecto determinado se obtiene de calcular la ganancia obtenida del proyecto como proporción del desembolso realizado al iniciarlo.

$$\text{Retorno} = \text{Ganancia} / \text{Inversión}$$

Siendo el Costo de Capital aquel retorno que se deja de ganar por no haber invertido en acciones u otros títulos, el criterio de decisión que se desprende de esta metodología consiste en invertir siempre que la Tasa de Retorno de la inversión supere a la TIR de una inversión equivalente en el mercado de capitales. Evidentemente, con un retorno inferior a aquel ofrecido por el mercado, el proyecto no se llevará a cabo.

Ambos Métodos, el del VAN y el de la TIR son equivalentes dado que nos permiten llegar a la misma decisión de inversión.

1.3. Crítica a los métodos de valuación neoclásicos

En el apartado anterior hemos explicado brevemente en qué consisten los Métodos de Valuación Neoclásicos típicamente utilizados a la hora de evaluar un proyecto de inversión. Sin duda, estas técnicas de valuación constituyen herramientas fácilmente aplicables y con un alto grado de precisión en escenarios de escasa incertidumbre. No obstante, en un Mercado como el de la Nanotecnología, donde el contexto de toma de decisiones es uno de alta volatilidad y elevada incertidumbre, sus limitaciones comienzan a ser más evidentes.

Son Dixit y Pindyck quienes identificarán varios defectos en la formulación del problema de inversión estándar postulado por la Teoría Neoclásica (Dixit & Pindyck). A continuación, siguiendo el enfoque utilizado por Brian F. Lavoie en su Tesis "Real Options and the Management of R&D Investmente: An Analysis of Comparative Advantage, Market Structure, and Industry Dynamics in Biotechnology", detallaremos en qué consiste específicamente la crítica realizada por estos autores.

Primeramente, Dixit y Pindyck critican el hecho de que la Teoría de Inversión Neoclásica no admita la posibilidad de posponer las decisiones de inversión. Precisamente, esta teoría sostiene que una vez obtenida la oportunidad de invertir, no es factible retrasar dicha acción a fin de observar la evolución de los elementos estocásticos que afectan el rendimiento esperado del emprendimiento en cuestión. Es decir, de acuerdo al enfoque neoclásico, existen dos escenarios posibles. En el primero, la decisión de invertir será inmediata y su costo resultará "Irreversible" dado que el fracaso del proyecto implicaría la pérdida total de los recursos comprometidos. El segundo escenario se refiere a una inversión "Reversible", o sea que la firma tiene la posibilidad de recuperar

todos los costos incurridos en caso de que la inversión no resulte exitosa. Entonces, mientras que en el primer escenario la posibilidad de retrasar la inversión directamente no está contemplada, en el segundo escenario, la postergación si es una opción, pero esta no genera ningún incentivo para elegirla.

Siguiendo con las ideas de Dixit y Pindyck acerca de la Teoría de la Inversión Neoclásica, los autores tildan de laxa aquella regla que considera como viable toda inversión cuya estimación del Valor Presente Neto resulte positiva. O, de forma equivalente, rechazan el criterio de igualdad entre el Valor Marginal esperado del Capital y el costo del emprendimiento como condición necesaria y suficiente para realizar una determinada inversión. En la práctica, el criterio de decisión de las Firmas es bastante más riguroso y exige que los rendimientos esperados sean mayores al Costo del Capital.

En último lugar, Dixit y Pindyck juzgan a la Teoría Neoclásica por estar únicamente orientada a los resultados, restándole toda importancia al proceso por el cual se generan los mismos. Según este enfoque, la acción de invertir se resume en dos etapas: la primera, en la que se realiza la inversión, y la segunda, en la que se recogen los resultados, ya sean ganancias o pérdidas. Es decir, implícitamente los autores neoclásicos asumen que las condiciones que median entre el momento en que se realiza la inversión y el momento en que esta culmina, no varían significativamente, y por ende, no afectan la toma de decisiones de la Empresa. En contraste, las características estructurales de las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en Nanotecnología sugieren que las decisiones de inversión se verán continuamente afectadas por los elementos estocásticos del entorno. Más aun, Dixit and Pindyck destacan tres características fundamentales de las inversiones: la Incertidumbre, la Irreversibilidad, y la Capacidad de Postergar. De aquí se deduce que, efectivamente, la decisión de invertir es muy semejante a la decisión de ejercer una Opción Financiera, incluso la regla de decisión empleada puede ser determinada mediante las mismas herramientas analíticas que se utilizan para definir las estrategias de gestión de las Opciones Reales.

1.4 Las opciones reales como alternativa de valuación en el mercado nanotecnológico

A la hora de evaluar un proyecto de inversión son varios los métodos posibles. Como mencionamos antes, entre los más populares se encuentran el Método del Valor Actual Neto (VAN) y el Método de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR). Sin embargo, cada vez con mayor frecuencia, estas técnicas extremadamente rígidas y de una pasividad absoluta, resultan inadecuadas para evaluar propuestas de inversión, fundamentalmente en mercados atípicos como el de la Nanotecnología.

Costos hundidos y pagados totalmente por adelantado, extensos planes de inversión, múltiples tipos de incertidumbre, constituyen solo algunos de los hechos estilizados que, según Dixit y Pindyck, definen a los proyectos de inversión de las nuevas ramas científico- tecnológicas (Lavoie, 2004), particularmente de la Nanociencia. Son estas mismas particularidades las que exigen una gestión empresarial flexible, que permita adaptarse al contexto cambiante y admita revisar las decisiones tomadas para ajustarlas a las nuevas condiciones económicas imperantes. Ahora bien, ¿cómo es posible ajustar todo esto a la Teoría de Evaluación de Proyectos? Es la Teoría de las Opciones Reales aquella que brinda la flexibilidad necesaria para modificar las decisiones de inversión en materia de Investigación y Desarrollo (I&D) Nanocietífica.

A partir de lo explicado anteriormente acerca del Valor Presente Neto como Criterio de Valuación de potenciales emprendimientos, se desprende lo limitado de este tipo de métodos en tanto, una vez tomada la decisión de invertir, no se contempla la posibilidad de modificar los planes ante un cambio en las condiciones del contexto. De esta forma, la Inversión se convierte en una acción Irreversible. ¿Qué sucedería si en cinco años, un proyecto que rechazamos hoy, se vuelve viable luego de un cambio favorable en las condiciones de la economía? Precisamente, es este tipo de aspectos que la herramienta del VAN no nos permite evaluar.

Alternativamente, se podría plantear una opción de expansión del proyecto condicionada a la evolución de la economía, de esa forma, si el ambiente resulta favorable, la opción será ejercida. Ahora bien, esta opción, también llamada, "flexibilidad", tiene un valor hoy que debería sumarse al valor estático que obtenemos usando la fórmula del VAN. Así, podremos valorar realmente una estrategia de inversión que brinde la

posibilidad de cambiar las decisiones en el futuro (Venegas Martínez 2006).

Cabe señalar que al introducir el concepto de Opciones Reales no pretendemos descartar por completo el de Valor Actual Neto (VAN). De hecho, lo que se desea es ampliar la regla del VAN para incorporar ambos elementos: el VAN tradicional y el valor de la Opción Real. Finalmente, la nueva regla ampliada resulta ser el VAN de los Flujos de Caja esperados sumado al valor de la Opción Real.

A modo de formalizar la explicación anterior diremos que dado un proyecto con $VAN < 0$, y dada una "opcionalidad" o "flexibilidad" cuyo valor presente es C , si $VAN + C > 0$, entonces la estrategia de inversión es factible. Es decir, la decisión ya no es un todo o nada, aceptar o rechazar, sino que permite incorporar decisiones intermedias (Venegas Martínez 2006).

A continuación estudiaremos más en profundidad la razón por la cual postulamos al Método de Valuación a través de las Opciones Reales como aquel que mejor se adapta al mercado nanotecnológico. Asimismo, presentaremos un Modelo de Opciones Reales en el Mercado de la Nanotecnología siguiendo el enfoque utilizado por Brian F. Lavoie en su estudio sobre las Opciones Reales y el manejo de las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en la Industria de la Biotecnología (2004).

2. LA TEORÍA DE INVERSIÓN BASADA EN OPCIONES REALES

A grandes rasgos, como explicita Lavoie, "una opción es el derecho, pero no la obligación, de efectuar una determinada estrategia económica". Ahora bien, son dos los rasgos fundamentales que deben tenerse en cuenta en una operación de este tipo. Primero, la decisión de inversión siempre implicará uno o más componentes que generan incertidumbre. Segundo, una vez ejercida la opción, la decisión es irrevocable, es decir, no puede ser revertida sin incurrir en algún costo. Dicho esto, la opción se convierte entonces en el derecho a posponer la decisión de inversión a fin de reducir la incertidumbre presente en los elementos estocásticos. Sin embargo, una vez realizada la inversión, o sea, una vez que la opción fue ejercida, el capital comprometido no puede ser recuperado si el plan fracasa.

Específicamente, en lo que respecta a las inversiones en Nanotecnología, la presencia de costos hundidos es muy significativa, es decir, si el proyecto fracasa el capital comprometido no es recuperable. Por esta razón, resulta útil la existencia de una flexibilidad que permita postergar la decisión de inversión a fin de recopilar más información acerca del rendimiento futuro del emprendimiento. Justamente, en su estudio, Dixit y Pindyck llaman al valor de la opción a invertir "Valor de Espera", y lo consideran como otro costo de oportunidad que debe ser incorporado al costo total del proyecto.

El nombre de Opción Real se debe a que toda inversión implica la compra de activos reales, en nuestro caso, la inversión podría involucrar la construcción de un laboratorio dedicado a la Investigación y el Desarrollo (I&D) de productos nanotecnológicos.

Seguidamente, basándonos en la Teoría de Dixit y Pindyck incluida en la Tesis de Lavoie, listaremos los factores más relevantes por su alto grado de incidencia en las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D), particularmente en el Mercado nanotecnológico.

2.1. El costo de la irreversibilidad

Primeramente, en su trabajo Lavoie hace referencia al concepto de "Irreversibilidad" postulado por Dixit y Pindyck (1992) para caracterizar a las inversiones biotecnológicas. Precisamente, veremos que dicho concepto también se aplica adecuadamente a todas aquellas inversiones relacionadas con la Nanotecnología.

Primeramente, siendo la Industria nanocientífica todavía bastante insipiente a nivel mundial, es lógico que cualquier tipo de proyecto orientado a la creación y elaboración de productos nano requiera cuantiosas sumas de dinero. Incluso para aquellas empresas ya consolidadas que buscan incorporar elementos nanotecnológicos, ya sea en sus técnicas productivas o en sus manufacturas, el esfuerzo económico implícito es grande.

Sin embargo, el elevado costo de las inversiones nanocientíficas no es el único obstáculo. Fundamentalmente, lo relevante de estas inversiones, no es su valor monetario, sino más bien su alto grado de especificidad. Una máquina especialmente diseñada para la fabricación de nanotubos no

puede ser adaptada, o al menos no fácilmente, para la producción de, por ejemplo, tubos de ensayo. Por esa razón, cuanto más específica sea una inversión, más difícil resultará venderla en caso de que el proyecto fracase. En este sentido, podemos considerar a los costos incurridos en las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en materia de Nanotecnología como Costos Hundidos o Gastos Irreversibles.

Entonces, ¿cómo puede nuestra Teoría de las Opciones Reales ayudarnos en un caso de este tipo? El problema básico del inversor es encontrar el momento adecuado para iniciar el proyecto, de manera tal que este no se vea forzado a abandonarlo y venderlo por imponderables en el contexto económico. Así, la elección más indicada resulta ser una Opción que nos permita elegir el momento oportuno para ejercerla, es decir, que admita posponer el ejercicio de la misma hasta tanto los inversores se convenzan de que el momento es el apropiado.

Cabe señalar que el concepto de "Irreversibilidad" esconde una noción más importante aún, propuesta por Dixit y Pindyck, que es la de "Valor de Espera". Cuanto más Irreversible resultan los costos de una inversión determinada, más incentivos existen para demorar el ejercicio de la opción a fin de observar la evolución de las condiciones económicas.

Finalmente, adhiriendo al pensamiento de Lavoie, destacaremos el grado de "Irreversibilidad" como la primera característica distintiva del Mercado nanotecnológico, característica que por cierto corrobora nuestra hipótesis acerca de lo conveniente que resulta un enfoque de Opciones Reales para analizar las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en el área de la Nanociencia.

2.2. Tiempo al tiempo

En segundo lugar, Lavoie se refiere al Tiempo de Maduración requerido por las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D). Claramente, el proceso para que este tipo de emprendimiento tome forma, se encamine, y de hecho, de algún fruto, es largo y arduo. Entonces, ¿Cuánto tiempo requerirá? Si bien podemos realizar estimaciones que resulten más o menos atinadas, lo cierto es que el tiempo demandado es una variable desconocida en nuestro modelo.

Principalmente, existen dos fuentes que determinarán el tiempo de maduración según Lavoie. En primer lugar, la llamada "Tasa de Inversión Productiva" capta todas aquellas restricciones físicas que impactan directamente en la duración de un proyecto. Es decir, al invertir, por ejemplo, en la construcción de un laboratorio especializado en investigación a escala nano, son muchos los inconvenientes que pueden surgir, incluyendo demoras en la entrega de materiales para la construcción, retrasos por cálculos de logística inexactos, etc. Cualquiera sea el obstáculo emergente, implicará inexorablemente una disminución en los retornos esperados del capital dado que se están comprometiendo recursos por un período mayor al esperado inicialmente. Luego, la segunda fuente mencionada está dada por la "Tasa de Suministro de Capital" que oscilará de acuerdo a la disponibilidad de recursos económicos. Lógicamente, es plausible que las Empresas encuentren restringido su capital disponible para invertir, ya sea por problemas de financiación internos o externos. En este caso, al igual que en el caso anterior, el corolario será un proyecto de mayor duración y menores beneficios futuros.

Ahora bien, de acuerdo al enfoque de Lavoie, ambas restricciones pueden ser agregadas en una única tasa denominada "Tasa Máxima de Inversión". Siendo la restricción financiera la más relevante para el Mercado Nano, la "Tasa Máxima de Inversión" puede ser interpretada como una restricción sobre la provisión de capital.

Intuitivamente, el Tiempo de Maduración impacta sobre el proceso de inversión de dos maneras. Por un lado, dado que por definición las inversiones representan un costo presente para obtener una ganancia futura, una mayor duración del proceso de inversión hará que la Firma continúe incurriendo en costos sin obtener ningún beneficio a cambio. Es decir, a medida que el Tiempo de Maduración se prolongue, el rendimiento futuro de la inversión se descontará cada vez más en relación a los costos presentes, disminuyendo así la ganancia esperada del emprendimiento. Por otro lado, el Tiempo de Maduración también influirá a través de las condiciones continuamente cambiantes del contexto de inversión. Claramente, durante el transcurso del proyecto, el flujo de información generado proveerá nuevos datos útiles a la hora de evaluar la eficacia del mismo. De hecho, la repercusión de dicha información podría afectar la

cantidad de capital comprometido o incluso podría implicar un cambio en la estrategia de inversión de la Empresa.

En síntesis, siendo que los proyectos incurridos en el negocio nano suelen extenderse durante períodos muy largos, el Tiempo de Maduración constituye un segundo factor muy relevante a la hora de analizar el Mercado nanotecnológico, ratificando, una vez más, lo adecuado del enfoque de las Opciones Reales.

2.3. Incertidumbre por tres

Podemos reconocer, de acuerdo a Lavoie, tres tipos de Incertidumbre en lo que respecta a las inversiones en Investigación y Desarrollo en el negocio Nanotecnológico.

2.3.1. Incertidumbre técnica

En primer lugar, Pindyck llama "Incertidumbre Técnica" a todo riesgo relacionado con las dificultades físicas que impiden la concreción de una inversión. Durante el transcurso del proyecto, la estimación inicial de su costo deberá ser revisada continuamente. Mayor necesidad de recursos materiales, escasez de mano de obra, prolongación del período de construcción, son solo algunos de los imponderables factibles durante el transcurso del emprendimiento que contribuirían a un mayor costo final.

Sin duda, la Incertidumbre Técnica es considerada un Costo Endógeno dado que se deriva directamente del emprendimiento, y solo puede ser resuelta durante el proceso de inversión. En los ejemplos anteriores, la solución está en aumentar el capital comprometido para cubrir el aumento inesperado de los costos de construcción.

Como bien menciona Lavoie en su enfoque, este tipo de riesgo genera incentivos para ejercer la Opción de Inversión. Primordialmente, esto se debe al hecho de que todas aquellas inversiones con altos niveles de Incertidumbre Técnica implican un menor valor marginal de espera para iniciar el proyecto. Es decir, la endogeneidad de estos costos, que determina que solo puedan ser resueltos durante el proceso de inversión, genera incentivos para iniciar o continuar los emprendimientos dado que es en el transcurso de los mismos que se irá generando la información necesaria para revisar la estimación del costo final.

Evidentemente, el rol de la Incertidumbre Técnica en las inversiones nanotecnológicas es fundamental. Dado que la Nanociencia dista de ser una ciencia madura, el resultado de las investigaciones puede ser un producto comercialmente inviable. Por esta razón, difícilmente los costos estimados antes de iniciar el proyecto se mantengan en el tiempo. De todas formas, no siempre ocurre el peor de los casos, puede que los costos terminen siendo de hecho menores a los esperados.

2.3.2. Incertidumbre como costo exógeno

Como su nombre lo indica, la incertidumbre como "Costo Exógeno" capta todos aquellos factores que impactan directamente sobre el costo final de inversión, pero que de ninguna manera pueden ser controlados por las decisiones o la conducta de la Empresa. Aumentos en el precio de los materiales o cambios en el sistema regulatorio, son ejemplos típicos.

A diferencia de la Incertidumbre Técnica, el Costo Exógeno es observable independientemente de que el proceso de inversión haya sido iniciado o no, incrementando así el valor de espera para emprenderlo. Es decir, dado que el ejercicio de la acción no es necesario para observar la evolución de los costos exógenos, la Firma tendrá incentivos para posponer la inversión a fin de mejorar su estimación sobre el rendimiento futuro de la inversión. Específicamente, las inversiones Nanotecnológicas, al poseer una gran proporción de costos hundidos, pueden servirse de la información generada en el tiempo acerca de la evolución de los costos exógenos. De este modo, si el valor presente neto resultara ser negativo, la Empresa podría elegir no comprometer sus recursos y ahorrarse la pérdida.

2.3.3. Incertidumbre científica

Por último, el tercer tipo de incertidumbre incluido en el análisis de Lavoie, es aquella que Pindyck llamó "Incertidumbre Científica". Ciertamente, en el caso de la Nanociencia, su desarrollo se basó en el descubrimiento de propiedades atómicas desconocidas hasta ese momento. Ahora bien, Lavoie se pregunta, ¿Qué pasaría si los supuestos y teorías sobre las que se apoyan cada una de las ciencias aplicadas son desterrados como resultado de nuevos avances científicos en esas áreas? Indudablemente, esto haría obsoletos todos los esfuerzos en Investigación y Desarrollo (I&D) basados en los conocimientos anteriores.

Si bien es cierto que la probabilidad de ocurrencia de estos descubrimientos reveladores es relativamente baja, sigue siendo un riesgo factible, especialmente en la Industria Nanotecnológica.

3. OPCIONES REALES: Modelización para el caso de inversiones en investigación y desarrollo (I&D) en nanotecnología.

A continuación, basándome en el Modelo de Inversión de Opciones Reales postulado por Robert S. Pindyck en 1992 (Robert S., 1992), y posteriormente aplicado por Brian F. Lavoie en su Tesis acerca del uso de estas opciones en las Inversiones Biotecnológicas; desarrollaré un Modelo Básico adaptado al caso específico de Inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en la Industria de la Nanotecnología.

Es preciso señalar que a modo de abreviar el Modelo no serán incorporadas como variables la Incertidumbre Regulatoria y la Científica. Considero que dicha simplificación no altera las conclusiones básicas del Modelo y, sin duda, logra aliviar la engorrosa matemática que no hace a la esencia de este estudio.

Consideremos el caso de una Empresa de Nanotecnología que desea emprender un nuevo proyecto de Investigación y Desarrollo (I&D). Ahora bien, el Costo Real incurrido al finalizar el proyecto consiste en una variable aleatoria denotada por la letra K , y su Costo Real Esperado está determinado por $K=E(K)$. Dado que el proyecto se extenderá durante un período de tiempo, se establece una Tasa Máxima a la que la Empresa puede invertir representada por la letra k . Una vez completado el proyecto, la Compañía recibirá un activo, en este caso, una nueva invención nanotecnológica, cuyo valor V se conoce con certeza. Entonces, la Incertidumbre Técnica se presenta a través de la modelización de K como un proceso estocástico que va evolucionando a medida que transcurre la vida del proyecto.

Pindyck propone la siguiente formulación para representar la evolución de K :

$$dK = -Idt + \beta(IK)^{1/2}dz \quad (1)$$

donde I es la Tasa de Inversión período a período, β es un escalar representando el nivel de Incertidumbre Técnica, y por último dz es un incremento independiente, es decir, su distribución de probabilidad en un

determinado intervalo de tiempo no es afectada por la de cualquier otro intervalo. Por lo tanto, de acuerdo a la Ecuación 1, K disminuirá a la Tasa Promedio I (primer término de la ecuación), pero sujeta a las fluctuaciones de corto plazo que puedan surgir de la continua evolución de la Incertidumbre Técnica (segundo término).

Cabe destacar que la Incertidumbre Técnica incide en el valor de K , si solo si, $I > 1$. Fundamentalmente, esto se debe a lo explicado en la sección anterior sobre la endogeneidad de la Incertidumbre Técnica, es decir, la misma solo es plausible una vez incurrida la Inversión.

Hasta aquí, el Modelo representado logra reflejar en su totalidad la estructura del proceso de Investigación y Desarrollo (I&D) en Nanotecnología. Particularmente, el Modelo logra mostrar tanto el dinamismo como lo estocástico de las inversiones en Investigación y Desarrollo (I&D) en el negocio Nano. Dentro del marco teórico de las Opciones Reales, la Empresa de Nanotecnología posee la posibilidad o, más precisamente, la opción de invertir en un proyecto de Investigación y Desarrollo (I&D). Entonces, la problemática económica a resolver consiste en decidir cuál es el manejo más adecuado de la opción de inversión dadas las condiciones económicas prevalecientes y, más importante aún, dada la evolución de esas condiciones a lo largo del tiempo.

Basándonos en la versión ampliada del Modelo de Pindyck, el "manejo de la opción de invertir" es equivalente a definir una estrategia que, por un lado, responda a la cuestión de cuáles son las condiciones bajo las cuales la Empresa debería ejercer su opción, y que por el otro, una vez iniciado el proyecto de Investigación y Desarrollo (I&D), indique bajo qué condiciones la Compañía debería continuar invirtiendo para sostener su plan inicial. A modo de comprender mejor estas cuestiones, se puede pensar que la Empresa posee, no una, sino un flujo de opciones a lo largo de la vida del proyecto. Inicialmente, la Empresa posee la opción de comenzar el proyecto de inversión en Investigación y Desarrollo (I&D). Seguidamente, el ejercicio de esta opción genera dos resultados. Por un lado, el valor futuro de la inversión se incrementa como resultado inmediato de la información generada al culminar el primer periodo de vida del proyecto. Por el otro, se crea una nueva opción que procura la continuación del proyecto a través de la realización de otra inversión en el periodo siguiente. Al igual que en una primera instancia, la Compañía tiene el derecho, pero no la obligación, de ejercer la segunda opción. Si

efectivamente esta segunda opción es ejercida, entonces el ciclo se repetirá generando una nueva opción para el tercer periodo. Sin embargo, si la Empresa decide no ejercer su opción, la corriente de inversión se corta perdiendo todo lo invertido hasta ese momento.

Cabe señalar que en lo anterior reside la clave de todo el enfoque de Opciones Reales: el poder utilizar este método para manejar las inversiones nos brinda un poder de decisión que, utilizando cualquier otra técnica, perderíamos. Así, podemos elegir el momento que consideremos ideal para comenzar, continuar o abandonar un plan de inversión. Sin embargo, esto implica necesariamente que si por alguna razón, cualquiera sea, decidiéramos abandonar un determinado emprendimiento, deberemos asumir la pérdida total (en algunos casos, parcial) del capital arriesgado hasta dicha instancia. Esta suele ser la regla en el Mercado nanotecnológico: dadas dos empresas competidoras en la producción de nanotubos, si una logra superar a la otra ya sea en diseño innovativo, calidad o costo del producto, la otra se verá obligada a desechar toda su producción y comenzar de cero.

En síntesis, la estrategia de manejo de opciones está sujeta a las condiciones del contexto de inversión que se suponen evolucionan estocásticamente de acuerdo a la incertidumbre de tipo Técnica. En el Modelo, estas condiciones se resumen en una única variable: el Costo Real Esperado al finalizar el proyecto K . Si el valor de K aumenta, las condiciones de inversión están empeorando; recíprocamente, si el contexto para invertir mejora entonces el K caerá. Al tomar la decisión de emprender un proyecto de inversión, o continuar con uno ya iniciado, la Compañía evalúa el Valor Actual de K . Es decir, K constituye el criterio de decisión para el empresario, por esa razón es preciso definir un Valor Crítico K^* que divida el espacio de decisión en dos: para todos aquellos valores de K menores a K^* la opción será ejercida, luego, para todos los valores que estén por debajo de ese umbral la opción no se realizará.

Específicamente, en este caso, el Valor Crítico K^* constituye el criterio de decisión que definirá la realización o no de una inversión en materia de Investigación y Desarrollo (I&D) en Nanotecnología. Es decir, K^* es uno de los infinitos valores, endógenamente determinado, que puede tomar la Variable Estado. De este modo, si K^* es alcanzada desde arriba, la empresa ejercerá su opción; si K^* es alcanzado desde abajo, la Compañía dejará de invertir y abandonará el proyecto.

Explícitamente, el problema de la Firma consiste en Maximizar el Valor Esperado del proyecto de Inversión. A su vez, el valor de este proyecto se determina a partir de la diferencia entre el valor esperado y descontado de todo el proyecto, y el valor esperado y descontado de un flujo de pagos. En cuanto a la Incertidumbre, la misma implica que la fecha de culminación del proyecto, es decir, el momento exacto en el que cesan los pagos y se realizan las ganancias, no se conoce a priori.

Aplicando el Lema de Ito, se obtiene la siguiente ecuación diferencial de tipo ordinaria:

$$1/2\beta^2IK_{KK}-IF_K-I=rF \quad (4)$$

Entonces, respecto al Valor Crítico K^* , su cuantía surge de igualar la Ganancia Total que se obtiene por no ejercer la opción y el Beneficio Esperado de ejercerla, es decir, el flujo neto del proyecto más las ganancias que genere dicha inversión. En una economía neutral al riesgo, la Tasa de Retorno es igual a la Tasa Libre de Riesgo r . Cabe aclarar que en el presente estudio suponemos que todo riesgo es diversificable.

Si $r=0$, se obtiene la siguiente Regla de Optimización de la Inversión:

$$K^*=(1+1/2\beta^2)V \quad (5)$$

Siendo K^* el Costo Máximo esperado de completar la inversión, la Empresa realizará la inversión si el valor esperado de la misma es menor al Valor Crítico K^* . Si de lo contrario, $K>K^*$, el proyecto será abandonado.

Cabe aclarar que el Valor Crítico K^* es estrictamente mayor a V , es decir, el valor cierto de la inversión. Esto implica que existe un rango de valores de K , tal que $V<K<K^*$, en los que el Valor Presente Neto de la inversión es negativo, pero aun si la estrategia optima continua siendo la de invertir.

Si $r>0$, la Ecuación (4) debe resolverse numéricamente, dados los parámetros V , K , r y β . En términos de K , es decir, el costo esperado de culminar el proyecto, el valor de la opción decrece a medida que K aumenta, y es igual a cero cuando $K=K^*$. Luego, a medida que β se incrementa, el valor de la opción crece para cada valor de K , aunque, según Pindyck, los efectos de variaciones en β son muy pequeños. Finalmente, para valores cada vez mayores de K , el valor de la opción de inversión también se acrecienta. Precisamente, esto se debe a que una

Tasa de Inversión más alta implica que los retornos deberán ser recibidos más rápidamente, por lo tanto el descuento es menor.

En síntesis, las estrategias para un manejo satisfactorio de las Opciones de inversión, específicamente orientadas a empresas en la industria nanotecnológica, se resume en dos casos. El primero, referido a todos aquellos proyectos que deben comenzarse de cero, y el segundo, dirigido a aquellos emprendimientos, ya iniciados, que buscan expandirse.

1. Iniciar un nuevo proyecto de Investigación y Desarrollo (I&D), siempre que $K_t < K^*$. Si $K_t > K^*$, es preferible no ejercer la opción hasta el siguiente período a modo de observar cómo evolucionan las condiciones del contexto económico. De esta forma, se aguardará al momento más indicado para realizar la inversión.

2. Expandir un proyecto de Investigación y Desarrollo (I&D) ya encaminado, siempre que $K_t < K^*$. En caso contrario, si $K_t > K^*$, el emprendimiento deberá abandonarse.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Dada la relevancia de las actividades innovativas en el crecimiento de la economía, la principal problemática que este estudio pretende dilucidar consiste en conocer: ¿Cuál es la forma indicada de valuar proyectos de inversión en Innovación y Desarrollo (I&D) vinculados a la Industria de la Nanotecnología?

Altos costos hundidos e irreversibles, planes de inversión muy extensos y la presencia de varios tipos de incertidumbre son las características más relevantes del Mercado nanotecnológico que lo diferencian de los típicos mercados neoclásicos. Por esta razón, los métodos de evaluación de proyectos comúnmente utilizados, como ser el Método del Valor Actual Neto (VAN) o el Criterio de la Tasa de Retorno (TIR), no resultan apropiados e incluso pueden conducir a grandes pérdidas.

Entonces, en este trabajo se propuso el enfoque de las Opciones Reales como el método que mejor se ajusta a las exigencias de este nuevo mercado. De hecho, quedó demostrado en el modelo presentado que las flexibilidades que estos instrumentos otorgan a la hora de decidir emprender un proyecto o no se adaptan perfectamente al mercado nanotecnológico.

Próximos estudios, ya con un mercado nanotecnológico maduro, podrán analizar, en primer lugar, el grado de eficacia de la incorporación de los productos nanotecnológicos a los procesos productivos. Y en segundo lugar, veremos si realmente las mejoras productivas tuvieron una incidencia significativa en el crecimiento de la región estudiada. Contaremos entonces con datos empíricos que demuestren el ahorro y la mayor productividad logrados al interior de las firmas, pero también, serán observables los beneficios para la sociedad toda. Asimismo, futuros estudios, con una visión más de largo plazo, podrán corroborar la optimalidad de la utilización de Opciones Reales al momento de llevar a cabo proyectos de Investigación y Desarrollo (I&D). Específicamente, será posible examinar el resultado de las estrategias de inversión que deducimos tanto para los start-ups como para las grandes empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, M., Alfaraz, C., Hollanders, H., Matos Macedo, M., & Soete, L. (2010): *UNESCO Science Report 2010*. Paris, UNESCO Publishing.

Brealey, R. A., & Myers, S. C. (1999): *Fundamentals of Corporate Finance*. New York, Mc Graw Hill.

CEPAL. (1991): *El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente*. Santiago de Chile.

Coss Bu, R. (2005): *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*. México, Editorial Limusa.

Delgado, G. C. (2007): Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina. (27).

Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994): *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press.

Etzkowitz, H. (2008): *The Triple Helix*. New York: Routledge.

FAN- Fundación Argentina de Nanotecnología . (s.f.). Obtenido de FAN- Fundación Argentina de Nanotecnología : <http://http://www.fan.org.ar>

Fundación Este País, AC. (2007): *Economía del Conocimiento*. Obtenido de Economía del Conocimiento: <http://www.econocimiento.mx/>

García, L. (23 de Mayo de 2010): *SciDev.Net*. Obtenido de SciDev.Net: <http://www.scidev.net>

Goffman, E. (1971): *Frame Analysis: An essay on the organization of experience*. Chicago, Northeastern University Press.

Graffagnini, M. J. (Verano de 2009). Corporate Strategies for Nanotech Companies and Investors in New Economic Times.

Hernández Samperi, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991): *Metodología de la Investigación*. México, Mc Graw Hill.

Hoobchaak, E. J. (Mayo/ Junio de 2006): Nanotech Investing for the Average Joe: Opportunities for Non-Institutional Investors.

Invernizzi, N.; Foladori, G.; & Maclurcan, D. (2007): *AZoNano: The A to Z of Nanotechnology*. Obtenido de Journal of Nanotechnology Online: <http://www.azonano.com>

Kallinger, K.; Veefkind, V.; Michalitsch, R.; Verbandt, Y.; Scheud, M. & Forster, W. (2008). *HeinOnline*. Recuperado el 8 de Junio de 2010, de HeinOnline: <http://heinonline.org>

Lavoie, B. F. (2004): *Real Options and the Management of R&D Investment: An Analysis of Comparative Advantage, Market Structure, and Industry Dynamics in Biotechnology*.

Leighton, P. (26 de Noviembre de 2010): *SciDev Net*. Obtenido de SciDev Net: <http://www.scidev.net>

Liota, T., & Tzitzios, V. (December de 2006): Investing in Nanotechnology.

Maclurcan, D. C. (2005): *AZoNano: The A to Z of Nanotechnology*. Obtenido de Journal of Nanotechnology Online: www.azonano.com

Maclurcan, D. (24 de Noviembre de 2010): *SciDev.Net*. Obtenido de La Red de Ciencia y Desarrollo: www.scidev.net

Mejía Navarrete, J. (2004): Sobre la investigación cualitativa: nuevos conceptos y campos de desarrollo.

Miner, J., Peña, I. & Otamendi, N. (2000): Opciones Reales: Aplicación a Decisiones de Internacionalización .

National Nanotechnology Initiative. (s.f.). *National Nanotechnology Initiative*. Obtenido de National Nanotechnology Initiative: <http://www.nano.gov>

Robert S., P. (1992): Investment of Uncertain Cost.

Shirley, M. M. (s.f.). Institutions and Development.

UNESCO. (2010): *UNESCO Science Report 2010*. París, UNESCO Publishing.

Venegas Martínez, F. (2006): *Riesgos Financiero y Económicos*. México, International Thomson Editores S.A.

White House Office of Science and Technology Policy. (s.f.). *National Nanotechnology Initiative (NNI)*. Obtenido de National Nanotechnology Initiative (NNI): <http://www.nano.gov>