

---

# LA PÉRDIDA DE LA CHANCE: UNA CONTRIBUCION A SU CUANTIFICACIÓN

POR

RICARDO PASCALE <sup>1</sup>

## I. INTRODUCCIÓN

El concepto de "*perte d'une chance*" o pérdida de la probabilidad o también conocida como pérdida de la oportunidad ha sido ampliamente desarrollado por la doctrina y jurisprudencia francesa como una tipología de daño que se debe indemnizar. Y esta doctrina ha sido adoptada por numerosos países europeos como Italia y España, así como latinoamericanos incluyendo a Uruguay, Argentina, Chile, Colombia. En muchos casos se ha adoptado sin que medie la existencia de legislación sobre el tema. En los países del Common Law, asimismo está incorporada como la "*loss of chance*".

Esta pérdida de la oportunidad, en la cual se frustra una probabilidad *seria* de que se concretara un evento favorable y, por tanto, aparece la posibilidad de indemnización de disminuciones, mermas tanto patrimoniales como no patrimoniales. En el primero existen muchos casos en que el daño consiste en la pérdida de la chance de obtener beneficios de un negocio, así como en la segunda problemas de salud por mala praxis, que terminan en la muerte de una persona o en su deterioro físico, que disminuye o imposibilita las probabilidades de tener una carrera profesional.

La idea de este daño de la pérdida de la chance ya madurada, clarificada y evolucionada en el campo conceptual, puede tener y de hecho tiene algunas complejidades a la hora de cuantificar el monto de esa pérdida de la probabilidad.

*Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una contribución a la cuantificación de la pérdida de la chance.* Naturalmente, el mismo no pretende

agotar el tema y menos aún señalar la única solución a un problema, que más allá de complejo asume en diversos casos la necesidad de diferentes soluciones. Antes bien, debería tomarse como una contribución al problema de fijar un monto a indemnizar a causa de un daño consumado, imperando condiciones de incertidumbre y que busca incorporar un elemento de interdisciplinariedad que permita eventualmente un enriquecimiento mutuo de ambas disciplinas, esto es el Derecho y la Economía.

El trabajo, en su sección II, repasa algunos aspectos salientes de la doctrina uruguaya sobre la pérdida de la chance, en particular los desarrollos del Prof. Dr. Jorge Gamarra así como algunos aspectos de la jurisprudencia uruguaya y extranjera, como modo de enmarcar los posteriores conceptos de énfasis económico y estadístico que hacen al objetivo del trabajo.

La sección III, busca establecer una visión general de la metodología de cuantificación y en las secciones IV, V y VI, se desarrollan los tres integrantes fundamentales metodológicos, que son, los Flujos de Fondos, la Tasa de Descuento y el Tratamiento de la Descripción de la Incertidumbre respectivamente. En la sección VII, se exponen los elementos fundamentales que podría tener la aplicación de la metodología a un caso hipotético. La sección VIII trata casos simplificados donde se conoce la probabilidad, para terminar con las consideraciones finales en la sección IX.

## II. DOCTRINA Y JURISPRUDENCIA. ELEMENTOS CENTRALES COMO MARCO DE REFERENCIA

En el proceso de investigación del campo doctrinario jurídico, el suscrito ha encontrado en los desarrollos del Prof. Dr. Jorge Gamarra<sup>2</sup>,

---

<sup>1</sup> Profesor Emérito de la Universidad de la República y Catedrático de Finanzas en la Maestría en Finanzas de la misma. Doctor en Economía Aplicada (S.I.C) por la Universitat de Catalunya. Pos Doctorado en Finanzas, University of California at Los Angeles (UCLA).

<sup>2</sup> Gamarra, J., 1992. Tratado de Derecho Civil, Tomo XXIV, Págs. 115 y sgtes.

una lúcida y erudita aproximación a la “*pérdida de la chance*”. En el camino de sus consideraciones transcurrirá el análisis económico en este trabajo.

Se estimo importante transcribir tramos de su Tratado, por la elocuencia de los mismos.

Señala el Prof. Gamarra: “*Hablamos de chance en el sentido de probabilidad. Se pierde la probabilidad de ganar algo o de evitar una pérdida, normalmente la situación futura que con la pérdida de la “chance” deviene imposible...*”.

Y más adelante resume sus conceptos señalando: “*Por consiguiente, la situación puede esquematizarse en dos extremos: 1) la probabilidad que es suprimida por el evento dañoso y 2) la ventaja esperada o resultado final, cuya realización frustra la pérdida de la probabilidad*”.

De manera que, dos aspectos pautan jurídicamente el tema que se tiene bajo cuestión.

Una de ellas, dice relación con que se trunca un evento que seriamente podía reportar una ganancia futura en una determinada actividad. Esta probabilidad debe ser **seria** y no producto de imaginación o producto del sesgo cognitivo de excesivo optimismo (Pascale, R<sup>3</sup>. Pascale, G.; 2011).

El segundo tema en cuestión es, ver como se cuantifica el resultado frustrado. Este es un tema que se trata más adelante, el cual no está exento de complejidades.

Estos dos puntos los aclara el Prof. Gamarra señalando con respecto al primero: “*La chance debe ser cierta en cuanto a la probabilidad de lograr un resultado que se sitúa en el futuro*”.

Y, con respecto al segundo establece: “*...en cambio el resultado final siempre es incierto (y nunca podrá verificarse) porque precisamente lo impide la extinción de la “chance”... de donde se deduce que el daño resarcible consiste en la pérdida de la “chance” y no de la ventaja o situación terminal*”.

La jurisprudencia también en Uruguay muestra que existen numerosos casos de reconocimiento de la pérdida de la chance, que en un tratamiento amplio, caen fuera de los objetivos del trabajo, sin perjuicio de repasar algunos que son ilustrativos. Desde la sentencia del Dr. Brito del Pino de 1981, se han continuado las sentencias en este sentido, como el fallo del Tribunal de Apelaciones de 1er Turno en el caso del jugador de fútbol Loustanau en 1991,

o las sentencias del JL Civil 39/016 de 2016, la del JL Civil 12 N° 77/07, o la cita on line UY/Doc./312/2011 así como la sentencia TA Civil N° 155-017-2. Entre otras que se han estudiado. El citado Tratado del Prof. Gamarra da cuenta detallada de ejemplos de la jurisprudencia uruguaya.

Sobre el punto de la determinación de cuál es la cuantía de esta pérdida de la chance es de resaltar los aportes que señala el Dr. Tabaré Sosa Aguirre<sup>4</sup>, en su trabajo dedicado al tema.

Asimismo, existe numerosa investigación y jurisprudencia sobre el tema en países del *Common Law*. En estos países tuvo, en un primer momento importancia el principio del “todo o nada”, que se aplicaba, por ejemplo en casos de mala praxis médica. Cuando la probabilidad de sobrevivencia o recuperación era menor del 50%, la resultancia era nada, en cuanto a cuantificación del daño. La inequidad de esta idea ha ido llevando a que se impusiera en la jurisprudencia de esos países la regla de la proporcionalidad, aun cuando la probabilidad sea inferior al 50%.

En esta regla, fue muy importante la influencia del Prof. Dr. Joseph H King<sup>5</sup> en su seminal artículo de 1981. La estricta aplicación de la regla del todo o nada, no provee disuasión contra la mala praxis cuando un paciente tiene menos del cincuenta por ciento de probabilidad de recuperación. Hay una tendencia en los fallos más recientes de las cortes de los citados países, de reemplazar la regla del todo o nada, por la regla de la pérdida proporcional de la pérdida de la chance.

Para finalizar esta sección se hacen dos alusiones a puntos que señala el Prof. Gamarra y la conclusión del Dr. Sosa Aguirre ya citado.

Señala el distinguido jurista Gamarra, siempre vinculado al tema de la determinación del valor del daño efectuado: “*Hay reglas de carácter general que aportan dos principios orientadores. La primera se enuncia diciendo que la probabilidad es mayor cuando más próximo se encuentra el evento dañoso de la situación terminal de ganancia esperada*”.

<sup>4</sup> Sosa Aguirre, T. (2011). “*Fórmulas para determinar la pérdida de la chance*”, Anuario de Derecho Civil Uruguayo, Tomo 42. págs. 439 y sgtes.

<sup>5</sup> King, J.H. (1981). “*Causation, valuation and chance in personal torts involving preexisting condition and future consequences*”, Yale Law Journal 90: 1353-97.

<sup>3</sup> Pascale, R., Pascale, G. (2011). “*Teoría de las Finanzas*”, Universidad de la República, Uruguay.

Desde el ángulo económico luce de lo más acertada la precedente afirmación. Siempre la incertidumbre crece a medida que nos alejamos del tiempo de pronóstico.

Y la “segunda regla que cuanto mayores son las contingencias menor es el valor de la “chance pérdida”.

También esta afirmación es de toda lógica. La mayor cantidad de contingencias hace crecer la incertidumbre de que un suceso futuro se cumpla de la forma que se espera.

Asimismo, parece oportuno recoger en esta breve síntesis las conclusiones del Dr. Sosa Aguirre, quien luego de repasar doctrina y estrategias probabilísticas para la cuantificación de la pérdida de la chance, expresa: “El grado de probabilidad que se requiere para aplicar la pérdida de la chance debe situar el umbral aproximadamente en un 15% y el dintel en un 80% excluyendo así las frustraciones que carecen de relevancia jurídica a estos efectos.

Para valorar en definitiva la indemnización, es criterio rector en nuestro sistema jurídico que la causalidad es la que define la medida de la reparación y al llegar a la etapa conclusiva de la liquidación luego de establecida cual es la probabilidad pérdida, ha de fijarse un porcentaje del perjuicio o daño final, que obviamente debe ser inferior al beneficio que se habría obtenido”.

La doctrina que respalda la pérdida de la chance sobre la cual se ha hecho referencia en esta sección existe también en numerosos países, tanto a nivel doctrinario como de la jurisprudencia cuando no de la legislación.

Resumiendo, los dos aspectos centrales que la doctrina analiza son:

1. La chance que se frustra debe ser cierta y luego
2. El resultado final es incierto y no uno linealmente proyectado.

El presente trabajo se centrará en el segundo aspecto, que dice de la cuantificación del daño.

### III. UN ENFOQUE PARA CUANTIFICAR LA PÉRDIDA DE LA CHANCE. APROXIMACIÓN GENERAL

Cuatro elementos son fundamentales en esta aproximación para la cuantificación de la pérdida de la chance, a saber:

1. Flujos de Fondos
2. Periodo de Tiempo

3. Tasa de Descuento

4. Incertidumbre

1) El primero, dice relación con el resultado final que se espera. Este resultado final, en el campo de las finanzas y de la economía es el **Flujo de Fondos** que se espera. En este punto se distancia del concepto típico de ganancia que maneja la contabilidad para ir a una categoría de resultado que surge de los Flujos netos de dinero que se esperan. Esos Flujos se determinan por un neto. Los ingresos esperados menos los egresos esperados, o sea son flujos netos. Se trabaja entonces con una base caja y no de devengamientos.

2) Un segundo elemento, es que esos Flujos no se dan en un instante del tiempo, sino en un **período de tiempo**. En el caso de que algún hecho frustrate la probabilidad de obtener esos Flujos, sea un individuo, una empresa o un Estado, deberá tomarse en cuenta que los mismos se esperaban -al menos en la mayoría de los casos- generar por un **Período de Tiempo**.

3) El tercer elemento, es la **Tasa de Descuento**. La necesidad de contar con una Tasa de Descuento de los Flujos surge como un corolario directo del momento que los flujos de Fondos no son instantáneos, sino que, como se señaló se espera se desarrollen en un periodo de tiempo. Aquí opera el valor tiempo del dinero. Los seres humanos, usualmente preferieren, en la opción de que se les entregue 1000 dólares hoy o 1000 dólares dentro de un año, que los efectivicen hoy. Ello es debido a numerosas causas, entre ellas que la persona, o la entidad, o el Estado, con los 1000 dólares hoy puede invertirlos y así obtener un beneficio que de otra forma lo perdería, a lo que se agrega que hoy es mucho más cierto que le entreguen el dinero que dentro de un año, en el cual pueden suceder muchas cosas que impidan hacerse de los 1000 dólares. Por último, los estudios comportamentales indican que los individuos como norma general son más propensos a los consumos presentes que a los futuros. Este tipo de motivo lleva a que 1000 dólares hoy al ser ciertos sean más que 1000 dólares que, con incertidumbre recibiría dentro de un año.

De manera que, para que los Flujos de Fondos esperados durante un periodo de tiempo, sean al día de hoy comparables deben ser descontados a una tasa que refleje estas circunstancias narradas (entre las que ya ingresa la

incertidumbre). Los Flujos descontados a hoy son Valores Presentes, que habitualmente se denominan Valor Presente Neto.

De manera pues, que los Flujos deben actualizarse a hoy para llegar al Valor Presente Neto (VPN) de sus Flujos de Fondos, que conforme a lo establecido ampliamente por la doctrina financiera (Ross *et al*, 2016)<sup>6</sup>, (Brealey *et al*, 2017)<sup>7</sup>, (Pascale, 2009)<sup>8</sup>, se formaliza de la siguiente manera:

Modelo VPN  
Expresión del Modelo

$$\text{Valor Presente Neto} = \sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+k)^n} \quad (1)$$

Dónde:

F = es el flujo libre de caja del año j.

k = es la tasa de descuento o WACC

n = el número de períodos

Si se considera un flujo de fondos continuo, F (t) en lugar de una sucesión  $F_0, F_1, F_2, \dots, F_n$  y cuando n tiende a infinito, en la determinación del valor actual utilizando:

$$\sum_{g=1}^n \frac{Fg}{(1+k)^g} \quad (2)$$

Se obtiene la integral:

$$\int_0^n e^{-jt} F(t) dt \quad (3)$$

En la praxis financiera habitual no se considera continuo el Flujo de Fondos, más allá de lo correcto de su aseveración y calculo.

4) El cuarto elemento a considerar, surge del hecho que se esta hablando de Flujos de Fondos esperados en el futuro. Ello lleva de inmediato a considerar la **incertidumbre** para llegar así a tener una versión más realística de los Valores Presente Netos.

Esta incertidumbre ya fue señalada por el Prof. Gamarra, cuando establece “*el resultado final siempre es incierto*”. La incorporación de este elemento central en la figura de la perdida de la chance ingresará por *dos* vías en esta aproximación.

4.a) Una de ellas que tiene que ver con la rama de actividad en el que se desarrolla el daño, esto es, si es una industria, ¿qué industria?, si es una actividad profesional, por ejemplo un artista, ¿qué arte? Este tipo de incertidumbre se denomina en economía *riesgo sistemático*, esto es, el riesgo genérico que tiene el sector vinculado con el comportamiento de los mercados y de la economía en su conjunto. Este riesgo sistemático se incorporará a la Tasa de Descuento ya mencionada.

4.b) La segunda vía para el tratamiento de la incertidumbre será a través de los Flujos de Fondos, que no están en certidumbre. Este riesgo se conoce en economía como riesgo *no sistemático* o único. Este no es propio de la rama de actividad tomada en su conjunto donde se desarrolla el daño, sino que tiene que ver con aspectos específicos que son únicos para el caso. Esta fuente de incertidumbre se tratará en los Flujos a través del método Monte Carlo.

Un punto esencial en cuanto tiene que ver con la incertidumbre es que los Flujos de Fondos y sus correspondientes Valores Presente Netos constituyen una función de probabilidad continua. No hay un solo VPN, sino infinitos VPN. En una función continua, que es lo habitual de los VPN; la probabilidad se define como el área por debajo de la función entre dos valores predeterminados de VPN. Consecuentemente, solo los rangos de valor pueden tener una probabilidad distinta de cero. Y por consiguiente, que una variable aleatoria equivalga a algún valor, siempre es cero.

En otros términos, en una función de probabilidad continua la probabilidad de un punto de la misma es nula.

Es decir

$$P(X=x)=0 \text{ para todo } x \text{ real}$$

Muy habitual es trabajar con un solo Flujo de Fondos y con él, determinar el correspondiente Valor Presente Neto. Esto equivale a calcular VPN de un punto de una función de probabilidad continua. Y por tanto, esa probabilidad es cero. Y por tanto, erróneo considerar en cualquier análisis el cálculo.

<sup>6</sup> Ross, S., Westerfield, R., Jaffe, J., y Jordan, B. (2016). “*Corporate Finance*”, 11th Ed., Mc Graw Hill.

<sup>7</sup> Brealey, R., Myers, S., Allen, F. (2017). “*Principles of Corporate Finance*”, 12th Ed., Mc Graw Hill.

<sup>8</sup> Pascale, R. (2009). “*Decisiones Financieras*”, 6ta. Edición. Pearson Prentice Hall.

**Trabajar con incertidumbre se constituye en transcendental para evitar errores tan serios como el no observar que la probabilidad de un valor (de un punto) en una función de probabilidad continua, es cero.**

#### IV. FLUJOS DE FONDOS

Uno de los elementos a considerar para la determinación de la pérdida de la chance es, determinar los Flujos de Fondos para el periodo esperado de vida de la situación, que será diferente en cada caso.

*Estos Flujos se miden en términos de caja.* Es decir es el neto de los ingresos menos los egresos de la actividad que se está trabajando. No debe considerarse lo devengado sino lo pagado o a pagar y lo cobrado o a cobrar.

Asimismo, es necesario tener presente que no deben computarse los intereses u otros costos relacionados con el financiamiento. Estos costos ingresaran en la tasa de descuento. Por tanto, para evitar doble cómputo de su efecto no se incluyen en ellos.

Los Flujos, por otra parte, surgen de una determinada actividad, sea empresa o una actividad profesional. Las mismas tienen una vida útil. Es decir, una extensión de años, por ejemplo, durante los cuales pueden operar y trabajar. Por tanto, un punto importante a tener en cuenta es la extensión del período durante el cual se espera que se generen los Flujos. Aquí hay que hacer una precisión importante. Que se espere que una empresa dure diez años, no es sinónimo que en la realidad así sea. Empresas con vida útil esperada de diez años, en los hechos pueden sobrevivir un año o dos años o cinco años o los diez. En los distintos sectores, hay estadísticas o si no hay propias deben considerarse estudios de *situaciones comparables*, que dan las probabilidades de sobrevivencia de cada empresa año a año. Esa aleatoriedad de la sobrevivencia de la empresa o de la actividad que se esté estudiando, será fundamental para ir incorporando esa variable al análisis de la incertidumbre.

Los Flujos suelen calcularse para un valor que se estima más probable. Pero no puede asegurarse con certidumbre que ellos se produzcan con ese valor. Tienen variabilidad, oscilarán en más o en menos con respecto a ese valor más probable. Esa variabilidad va a ser otra fuente de incertidumbre que deberá considerarse en el análisis de la misma.

Una consideración adicional parece oportuna. Una actividad tiene sus Flujos asociados a la misma pero ella puede tener repercusiones sobre otras actividades interdependientes. Esos efectos sean positivos o negativos también deben computarse en su determinación.

*De manera que, a manera de síntesis, los Flujos de Fondos deben calcularse sobre una base de caja, con prescindencia de su financiamiento y ellos son fuente de incertidumbre en inúmeros aspectos, tales como en la variabilidad de su vida útil, de la variabilidad de sus ingresos, sus costos si es el caso y otros ítems a considerar según cada situación. En los Flujos esas variabilidades futuras no conocidas con exactitud darán lugar a distribuciones de probabilidad que se incorporarán al análisis de la incertidumbre. Como se dijo antes, en los Flujos se va a reflejar el impacto de los riesgos no sistemáticos o únicos.*

#### V. TASA DE DESCUENTO

Las consideraciones que se efectúan ahora, son las que han recibido mayor respaldo de la teoría, en fuentes doctrinarias como las citadas más arriba puede encontrarse un tratamiento más específico del tema, y práctica financiera.

Para el cálculo de la Tasa de Descuento, lo primero que debería conocerse es, cual es la relación de deudas a fondos propios que la empresa o la situación estudiada ha fijado como óptima y ver la viabilidad financiera de la misma.

El modelo WACC (*weighted average cost of capital*) representa la construcción de la Tasa de Descuento que permite incorporar los efectos en ella de distintas formas de financiamiento, en caso que la situación que se esté tratando sea una empresa. La expresión general de la Tasa se presenta en la ecuación 4.

Modelo *Weighted average cost of capital*  
Expresión del Modelo

$$WACC = w_1 \times k_d(1 - t) + w_2 \times k_e^d \quad [4]$$

En la misma se advierte que el costo de las deudas después de impuestos viene multiplicado por la participación de las mismas en la estructura financiera ( $w_1$ ). El segundo sumando de la ecuación, muestra el costo de los fondos propios cuando la empresa tiene endeu-

damiento, multiplicado por la participación de ellos en el financiamiento de la empresa ( $w_2$ ). Tanto  $w_1$ , como  $w_2$ , están expresados en tanto por uno. Así si la deuda financia el 60% de los activos,  $w_1$  será 0.6 y así sucesivamente

La determinación del costo de los fondos propios cuando la firma no cuenta con endeudamiento, ha sido fuente de desarrollo de varios modelos en la literatura financiera, de los uno de los cuales, el más utilizado, se presenta seguidamente.

Este es el CAPM, desarrollado por el Prof. William F. Sharpe<sup>9</sup> de la Universidad de Stanford, en 1964, contribución por la que recibiera, el Premio Nobel de Economía en 1990, que se expone en la ecuación 5.

El rendimiento esperado del activo riesgoso es igual a la suma de una *tasa libre de riesgo*, que es el rendimiento esperado que el mercado asimila de un activo financiero, como libre de incumplimientos (*default*). Esta tasa, es generalmente atribuida a la tasa de los bonos de largo plazo de USA.

A esta tasa, que sería la base del comienzo de los modelos expuestos antes, se le adiciona, en el caso del CAPM, el producto del *coeficiente beta* por el *premio por el riesgo de mercado* de las acciones.

El *coeficiente beta*, es un índice de riesgo sistemático, un *proxy* que muestra la sensibilidad de los rendimientos del activo, con los rendimientos del mercado, -en términos más formales- es el cociente entre la covarianza de los rendimientos del activo con los del portafolio del mercado y la covarianza de los rendimientos del mercado.

El *premio por el riesgo del mercado*, resulta de la diferencia entre los rendimientos riesgosos del mercado y la tasa libre de riesgo antes señalada.

El modelo CAPM, se desarrolla a partir de supuestos, y se expresa como:

#### Modelo *Capital Assets Pricing Model* (CAPM)

##### Expresión del Modelo

$$\text{Rendimiento esperado} = r_f + \beta_u [\bar{r}_m - r_f] \quad [5]$$

Dónde:

$r_f$  = Tasa libre de riesgo

$\beta_u$  = Coeficiente Beta *unlevered* (sin endeudamiento)

$\bar{r}_m$  = Rendimiento promedio de activos riesgosos del mercado

En una situación con deudas, el CAPM, se extiende para reflejar este riesgo de origen financiero, (el modelo original solo toma el riesgo operativo) y se expresa como sigue:

#### Modelo CAPM modificado por endeudamiento

##### Expresión del Modelo

$$k_e^d = r_f + [\bar{r}_m - r_f] \beta_u \left[ 1 + (1 - t) \frac{D}{E} \right] \quad [6]$$

Dónde:

$t$  = tasa de imposición efectiva marginal a las rentas de la empresa

D = Stock de deuda

E = Stock de fondos propios

La ecuación 6, es el subrogante del costo de los fondos propios en situación con endeudamiento, en el modelo CAPM (Ross, et. al., op. cit.; Brealey et. al., op. cit.; Pascale, op. cit.).

Otra extensión del modelo original del CAPM es, la que se dice referencia con el premio por el riesgo del tamaño (en la literatura anglosajona se encuentra como *size effect* o *small capital effect*). Los estudios de los rendimientos en base al CAPM original son, en el sentido que a menor tamaño de la empresa, mayor riesgo involucrado y por tanto mayor rendimiento requerido.

A esta altura, este sería el estado de la cuestión en esta ciencia, en cuanto tiene relación con la Tasa de Descuento en países desarrollados.

Cuando el análisis se hace en *países emergentes* como es el caso de Uruguay, es habitual efectuar extensiones adicionales al CAPM original y con las extensiones vistas, cuidando de no violentar sus supuestos originales del modelo. Incluso alguno de ellos, se aplica en países desarrollados.

Una ampliamente aceptada es, adicionar el *riesgo país* (RP) que, surge del riesgo soberano del país, eliminándole el componente de *default* que este conlleva, dado que en el modelo CAPM, el riesgo de *default* no es considerado.

<sup>9</sup> Sharpe, W. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk". The Journal of Finance.

La versión extendida del CAPM por el efecto del endeudamiento y por el efecto tamaño quedaría como se aprecia en la ecuación 7, a la que se le adiciona el riesgo país, para recoger aspectos de los países emergentes.

Modelo CAPM modificado con endeudamiento, efecto tamaño y riesgo país  
Expresión del Modelo

$$k_e^d = r_f + RP + [\bar{r}_m - r_f] \beta_u \left[ 1 + (1-t) \frac{D}{E} \right] + SCE \quad (7)$$

Donde:

RP = riesgo país

SCE = *small capital effect*

**Los elementos claves para elaborar el costo de los fondos propios que componen una tasa de descuento apropiada son pues:**

- **w1** y **w2**, o sea las ponderaciones de la deuda y los fondos propios en la estructura óptima de financiamiento de la empresa
- **r<sub>f</sub>** esto es, la tasa libre de riesgo
- **(r<sub>m</sub> - r<sub>f</sub>)** es decir, el premio por el riesgo del mercado
- **Coefficiente beta**, que se define como la covarianza de los rendimientos del mercado y del activo en cuestión en relación a la varianza de los rendimientos del mercado. Este parámetro se toma de una empresa o empresas de un sector comparable.
- **RP**, o riesgo país
- **SCE**, que mide el efecto de tamaño
- **t**, tasa efectiva marginal de imposición a las rentas de la empresa.

## VI. TRATAMIENTO DE LA DESCRIPCIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

### VI.1. Dimensionando el carácter de la incertidumbre

Al ingresar en el futuro, se ingresa en el mundo de la incertidumbre. Se deja el mundo de la certidumbre. El conocimiento, por ejemplo, no puede prever con certeza un acontecimiento que puede ocurrir en 2022 antes o después. *Lo único cierto del futuro, es que es incierto. Sin embargo, en las últimas décadas se han hecho esfuerzos y avances notables para tratar de aproximarnos a su dimensión, y si bien es un adelanto significativo, no es posible, empero hoy día, eliminarla.* En los cálculos que se efectúan, se ha ido hasta donde llega el conocimiento en la cien-

cia para el tratamiento de la incertidumbre, que reporta una aproximación a la cuantificación de determinados valores de las variables que importan al análisis en esas condiciones.

Para mejor ubicar el tema de la incertidumbre, su conceptualización y complejidad, se hace referencia a las expresiones de tres grandes economistas sobre el tema.

Hablar de la teoría de la incertidumbre y el riesgo, lleva imperativamente a Frank Knight (1921)<sup>10</sup> quien efectuó los primeros aportes de significación en el área, estableciendo la distinción entre riesgo e incertidumbre. Dice el autor, *"incertidumbre debe ser tomada en un sentido radicalmente distinto de la noción familiar de riesgo, de la cual nunca ha sido adecuadamente, separada... aparecerá como una incertidumbre mensurable, o riesgo propiamente dicho, es bien diferente de la no mensurable incertidumbre"*. El autor asimismo, hablando del cálculo de probabilidades vinculado al tema, señala que los mismos *"reflejan la tentativa de naturaleza creativa de la mente humana de frente a lo desconocido"*.

Keynes (1937)<sup>11</sup>, a su tiempo señalaba, en su *"The General Theory of Employment"*, *"por conocimiento incierto yo no quiero decir solamente distinguir lo que es conocido con certeza de aquello que es solamente probable. El juego de la ruleta, no es un sujeto, en este sentido la incertidumbre... el sentido en el cual yo estoy usando el término, es aquel en el que la perspectiva de la guerra europea es incierta o el precio del cobre o la tasa de interés veinte años en adelante, o la obsolescencia de una nueva invención... sobre esos temas no hay bases científicas en las que formar una probabilidad calculable. Nosotros simplemente, no sabemos"*.

El Premio Nobel de Economía, Kenneth Arrow, (1971)<sup>12</sup>, estableció notables contribuciones sobre la introducción del riesgo al análisis económico que de hecho influenció decididamente el pensamiento económico pasando de la economía de lo cierto a la economía de lo incierto. Más tarde en 1992<sup>13</sup> señala: *"para*

<sup>10</sup> Knight, F. (1921) *"Risk, Uncertainty and Profit"* Houghton-Mifflin, Boston, pág. 223.

<sup>11</sup> Keynes, J.M. (1937) *"The General Theory of Employment"*, *The General Theory and After: Defense and Development*, Collected Writings of John Maynard Keynes", London: Macmillan, págs. 113-114.

<sup>12</sup> Arrow, K. (1971) *"Essays in the theory of Risk Bearing"*, Chicago, Markham Publishing Company.

*mí, nuestro conocimiento, de la forma en que funcionan las cosas, en las sociedades, o en la naturaleza, viene impulsada por nubes de vaguedades. Vastos daños han seguido a las creencias de certidumbre, sean estas históricas, de grandes diseños diplomáticos o visiones extremas en política económica. Cuando se desarrollan políticas con efectos amplios para un individuo o una sociedad, la cautela es necesaria porque no podemos predecir las consecuencias."*

Desde muy antiguo la Humanidad ha tratado de predecir la incertidumbre. Sin duda, desde entonces hasta hoy se ha avanzado enormemente en su descripción a través de métodos potentes y sofisticados, basados en probabilidades y complejos algoritmos, lo que contribuye a tomar decisiones con mayor información. El método que exponemos en la sección siguiente es un buen ejemplo de estos avances. Más allá de esta afirmación, se estima oportuno señalar que coincido con el Prof. Arrow, en cuanto a que la cautela siempre es necesaria tratándose en particular de incertidumbre.

## VI.2. El Método Monte Carlo

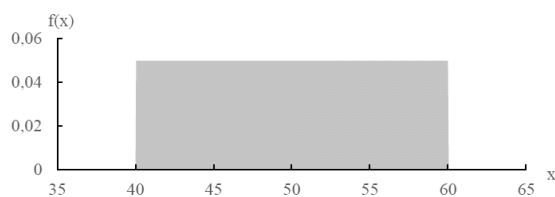
El método Monte Carlo<sup>14 15</sup> (una visión más profunda se encuentra en las referencias 13 y 14) es una técnica de matemática computarizada que permite a las organizaciones y a los individuos contar con información relevante para proyectar y tomar decisiones cuando se trabaja en situaciones de incertidumbre.

Monte Carlo provee a quien tiene que aproximarse a la incertidumbre de un fenómeno, de un rango de posibles resultados y las probabilidades de que ellos ocurran para cada escenario que se calculó.

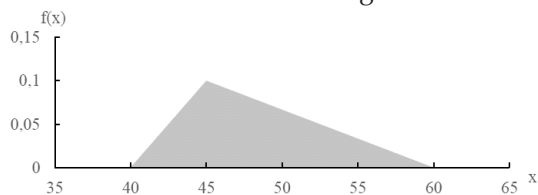
El método Monte Carlo trabaja el análisis de la incertidumbre a través de la construcción de modelos de posibles resultados utilizando distribuciones de probabilidad para cada variable que esté en incertidumbre.

A estos efectos se trabajan con muchas funciones de probabilidad, entre otras, la uniforme continua, la triangular, la normal y la lognormal, cuyo desarrollo gráfico se expone más abajo. La función de probabilidad a utilizar dependerá de las características de las variables bajo consideración.

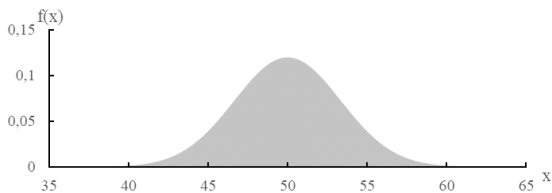
Distribución continua uniforme



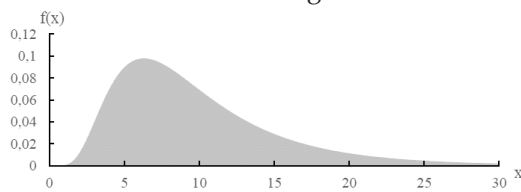
Distribución Triangular



Distribución Normal



Distribución Lognormal



El método calcula una y otra vez los resultados finales, utilizando diferentes conjuntos de valores de las variables tomados cada uno de ellos en forma aleatoria de las distribuciones de probabilidad. Dependiendo de las variables sujetas a incertidumbre y de las distribuciones de probabilidad, el método Monte Carlo puede realizar miles de cálculos hasta que se complete el análisis. El método termina produciendo distribuciones de probabilidad de los posibles valores de resultados finales. De-

<sup>13</sup> Arrow, K. (1992) "I know a Hawk from a Handsaw", M. Szenberg, Ed "Eminent Economists: Their Lives and Philosophies" Cambridge, Cambridge University Press, págs. 42-50.

<sup>14</sup> Robert C y Casella G. (2010). "Introducing Monte Carlo Methods with R", Springer Science+Business Media, LLC.

<sup>15</sup> Wang, H. (2012). "Monte Carlo Simulation with Applications to Finance", Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series.



pendiendo de la complejidad del caso se utilizan más cantidad de iteraciones. Es decir, utilizando las distribuciones de probabilidad de cada variable sujeta a aleatoriedad, se llegará a una distribución de probabilidad de los resultados finales. Es decir, en definitiva toma grandes cantidades de escenarios. Lo habitual en estudios más confiables es encontrarnos con casos de 100.000 o más iteraciones. Para estos trabajos se utilizan software apropiados. El R, efectuado por el R Core Team<sup>16</sup> es un ejemplo de un software que tiene las capacidades para hacer un análisis más acucioso. Las distribuciones de probabilidad así obtenidas, son un camino mucho más realístico de describir la incertidumbre que otros métodos más rudimentarios de intentar aproximarse a ella, o simplemente muchos otros que erróneamente la ignoran.

En el trabajo con el método Monte Carlo, debe tenerse presente la posible existencia de correlación entre las variables que se hayan seleccionado para simular las distribuciones de probabilidad. De encontrarse correlación entre dos de ellas, o sea si están relacionadas o se elimina una de las variables del análisis o se trabaja igual con ambas haciéndolas explícitas en la simulación lo que requiere de paquetes más sofisticados de simulación Monte Carlo.

Asimismo, como bien señala Borghetti<sup>17</sup>, al tratar la pérdida de la chance en casos de arbitraje, se debe asimismo evitar computar aspectos de la misma fuente de incertidumbre doblemente, como a veces sucede al no comprender que hay riesgos que están contemplados en la Tasa de Descuento y que se pueden computar en los Flujos de Fondos. Este doble cómputo debe evitarse.

## VII. CASO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO MONTE CARLO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA PÉRDIDA DE LA CHANCE

Se ha estimado oportuno presentar un caso hipotético del tratamiento de la descripción de la incertidumbre a través del método Monte

Carlo, en el caso de aplicación a la determinación de daños por pérdida de la chance. Sería este un caso, en que una persona o una empresa, esté en los inicios de comenzar, o recién comenzando una actividad. Un accidente producido por otra persona lo priva de tener esa chance de llevar adelante su negocio o su profesión. Se supone que la pérdida de la chance es cierta. Lo que es incierto es el resultado final, o sea cual es el valor de la chance que se está perdiendo. Se comprende que podría haberse complejizado mucho más el ejemplo a desarrollar, pero no hubiera contribuido a la claridad que se busca obtener en su desarrollo de carácter ilustrativo. La ausencia de complejidades especiales no disminuye el nivel técnico imprescindible que habilite una comprensión del entendimiento de la utilización del método, que necesariamente requiere el ejemplo.

Se han seguido los cuatro pasos expuestos en la sección III, para la aplicación del método, a saber, *los Flujos de Fondos, el período de tiempo por el cual se generan, la tasa de descuento a utilizar y las variables que se estiman más importantes que presentan incertidumbre.*

### 1. Flujos de Fondos más probables y el Periodo de Tiempo.

En el ejemplo a desarrollar, los Flujos de Fondos más probables estimados en función del estudio de las variables que los componen (ingresos, egresos), para la situación tratada se exponen en el cuadro que sigue. Asimismo, allí se advierte el Período de Tiempo en el cual se estima se desplazaran, los Flujos mencionados, en este caso 10 años.

#### Flujos de Fondos en dólares corrientes

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
-121.395	19.567	20.557	21.597	22.690	23.838	25.044

Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13
26.311	27.643	29.041	30.511	32.055	33.677

### 2. Tasa de Descuento

Para la determinación de la tasa de descuento, se aplicaran las ecuaciones 3 y 7, presentadas en la sección III de este trabajo.

La expresión general, suponiendo que el caso fuera una actividad que estuviera financiada parte con deudas y parte con fondos propios sería la siguiente:

<sup>16</sup> ("R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.")

<sup>17</sup> Borghetti, J.S. (2015). "L'Evaluation du Prejudice en cas de Perdre de Chance" Revue de l'arbitrage. Comité Francais de l'Arbitrage, 2015. N° 2.

$WACC = w_1 \cdot k_d (1-t) + w_2 [r_f + RP + (r_m - r_f) \cdot \text{Beta Unlevered} \cdot (1 + (1-t) \cdot D/E)] + SCE$

Suponiendo que la actividad se financia 40 % con deuda y 60% con fondos propios, se tendrá que  $w_1 = 0.4$  y  $w_2 = 0.6$ .

El costo de la deuda en dólares es del 6% anual y la tasa efectiva de impuesto a la renta aplicable al caso es del 25%.

En cuanto al costo de los fondos propios se tiene que,  $r_f = 4\%$  anual y  $RP = 1.55\%$  anual, así como  $(r_m - r_f) = 7\%$  anual, SCE para el caso tratado es 2%. El *beta unlevered*, se obtiene de una situación comparable, por ejemplo una empresa comparable y en este caso hipotético es 1.43. Las fuentes de estos datos se encuentran en los libros generales de Finanzas sugeridos antes en este trabajo, así como otras fuentes si se desea, como la Reserva Federal de Estados Unidos o Bloomberg's u otra fuente, según el tipo de información.

Con la información antedicha se calcula el WACC o tasa de descuento, que resulta

$WACC = 0.4 \times 6(1 - 0.25) + 0.6[4 + 1.55 + 7 \times 1.43 \times ((1 + (1 - 0.25) \times 40/60)) + 2] = 15.33$

A los efectos de los cálculos se ha tomado la tasa de descuento del 15.30%, efectuando redondeos. A esta tasa el Modelo Monte Carlo descontará los Flujos de Fondos.

### 3. Variables sujetas a incertidumbre

Naturalmente que pueden ser muchas las variables sujetas a incertidumbre.

A efectos de este caso ilustrativo, se ha considerado que la variable aleatoria sería la tasa de crecimiento de los Flujos anuales que surge de los estudios realizados. Se consideró en base a los estudios pertinentes que la función Normal sería la que mejor se adaptaría a esta variable y mostrar su aleatoriedad.

La función Normal se define a partir de su media y su distribución estándar, y ellas son en la variable elegida, Tasa de Crecimiento de los Flujos: Media 3% anual y teniendo como Desviación Estándar 1%.

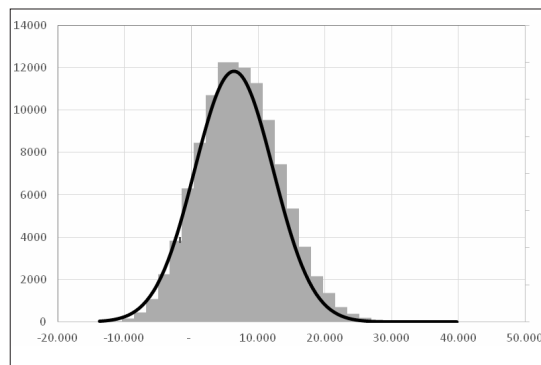
### 4. Los Resultados

Se efectuaron 100.000 iteraciones de la variable aleatoria con el software referenciado antes en este informe. Estas iteraciones, significan simular 100.000 escenarios posibles futuros cada uno con su probabilidad de ocurrencia

medida en rangos, los que a su vez generaron 100.000 posibles resultados de Valor Presente Neto de los Flujos medida en rangos.

Ello dio lugar a la distribución de frecuencias del VPN que se expone en el gráfico que sigue.

#### Distribución de frecuencia del VPN



Fuente: elaboración propia

### 5. Descripción de la distribución de probabilidad

De la antes expuesta distribución de probabilidad de los VPN, **de los posibles valores a resarcir por el daño causado por la pérdida de la chance se obtiene información que, en algunos de sus aspectos principales se exponen en el cuadro que sigue.**

#### Medidas descriptivas de la distribución de probabilidad

En dólares corrientes

Mínimo	- 16.024
Promedio	6.354
Prob. ( $X > 0$ )	86%
Mediana	6.153
Desviación Estándar	5.783
Máximo	34.263

Algunas conclusiones de la descripción de la distribución de frecuencia del Valor Presente Neto, se resumen:

1. Luego del procesamiento de los citados 100.000 escenarios trabajados con el método Monte Carlo, la **mediana** es 6.153 dólares.

La **mediana**, en estadística, es el valor de la variable -en este caso el Valor Presente Neto- que tiene la propiedad que la mitad de los datos están por encima y la mitad por debajo de ella. Esto es, es el valor central que tiene la variable en un conjunto de datos ordenados. El

50 % estarán por encima y el 50% estarán por debajo.

2. Asimismo, se puede conocer la probabilidad de que el daño sea mayor que cero. De esta distribución de probabilidad estimada se desprende que existe una probabilidad del 86% que el Valor Presente Neto sea positivo o sea, registre, como se señaló, un valor mayor que cero.

3. La **media** de los Valores Presente Netos, es 6.357 dólares (en miles de dólares)

La **media**, en estadística, es una medida de la tendencia central de los valores de la distribución, también conocida como el promedio de un conjunto de valores que surge de sumar los resultados y luego dividirlo entre el número de observaciones, en este caso las 100.000 iteraciones de escenarios.

4. Por lo tanto si la distribución se ajustara a una Normal (como se vé en el grafico se aproxima a ella en la forma de la curva acampanada), se sabe que la **media** de la distribución de probabilidad **más una distribución estándar y menos una distribución estándar**, como rangos definen una superficie del 68,26%. En otras palabras, existe un 68,26% de probabilidad que el VPN este entre 12137 que surge de 6354+5783 y 531 que surge de 6354-5783, cifras expresadas en dólares corrientes.

5. Asimismo, como los resultados que surgen del método Monte Carlo están en percentiles, se está en condiciones de conocer mucha información que puede ser de utilidad, a manera de ejemplo cuales son los Valores Presente Netos, que están flanqueando el rango entre 50 y 70% de probabilidad de ocurrencia de la chance y así sucesivamente.

Con este tipo de información, más la que surja de apreciaciones cualitativas de la situación estudiada específica, se puede aproximar -con los supuestos tomados- una cuantificación de la pérdida de la chance.

## VIII. CASOS SIMPLIFICADOS CON PROBABILIDAD CONOCIDA

Existen casos con probabilidad conocida. Esto es apreciablemente extendido en los países industrializados con un alto inventario de estadísticas confiables. Y estos casos se advierten en situaciones de mala praxis médica. El tener las probabilidades calculadas de la experiencia de amplias muestras de sobrevi-

vencia de un paciente, simplifica grandemente en esos casos el problema de cálculos.

En general se utiliza la formula siguiente para estimar lo que se debe pagar por el daño de mala praxis incurrida, conociendo la probabilidad por ejemplo de sobrevivencia del sujeto después de la mala praxis:

$$M = D (PPN-PDN)$$

Donde:

M = Monto a indemnizar

D = Daño total sin considerar probabilidades

PPN = Probabilidad de sobrevivir previa a la negligencia

PDN = Probabilidad de sobrevivir después de la negligencia

Existen numerosas Cortes Supremas de Justicia de estatales de los Estados Unidos de América, que han utilizado esta fórmula. Uno de los casos es *Matsuyama v Birnbaum*<sup>18</sup>, que se trató en la Suprema Corte de Justicia de Massachusetts. Conforme a Rhee<sup>19</sup>, otras Cortes de otros estados también la aplicaron, como los casos de Nevada, Nuevo México, Ohio y Oklahoma.

Conforme al citado autor, un ejemplo de aplicación por parte de la Corte de Massachusetts fue:

Suponiendo que el daño total sin considerar probabilidades es U\$S 600.000, que la probabilidad de sobrevivir previa a la negligencia fuera 0.45, y que la probabilidad de sobrevivir después de la negligencia fuera 0.15, el monto a indemnizar sería:

$$600.000 \times (0.45 - 0.15) = 180.000$$

O sea el monto a indemnizar resultaría de U\$S 180.000

Sin embargo, el autor citado (Rhee) critica la fórmula utilizada pues, toda vez que existe un porcentaje de pacientes que sobreviven la enfermedad al igual que la negligencia, no exis-

<sup>18</sup> Matsuyama v Birnbaum. (Mass. 2008) Medical Malpractice Law - Loss of Chance: Recovery for the Lost Opportunity of Survival - Matsuyama v. Birnbaum, 890 N.E. 2d 819.

<sup>19</sup> Robert J. Rhee, (2013). *Loss of Chance, Probabilistic Cause, and Damage Calculations: The Error in Matsuyama v. Birnbaum and the Majority Rule of Damages in Many Jurisdictions More Generally*, 1 Suffolk U. L. Rev. Online 39.

tiría para ellos ese daño. Es decir, los individuos que estén en esa situación deben ser excluidos en la formula utilizada.

La fórmula antes expuesta pasaría a ser, según el citado autor:

$$M = D \text{ (PPN-PDN)} / 1\text{-PDN}$$

O sea el monto quedaría en

600.000 (0.45 - 0.15) / 1 - 0.15 de donde el monto sería igual a 211.765

Esto es superior al calculado en el ejemplo anterior.

Caben a D, las mismas consideraciones efectuadas en las secciones III, IV y V. Asimismo, esta precisión en el cálculo de probabilidades requiere de un altamente sofisticado y confiable aparato estadístico, desafortunadamente no siempre existente en países menos desarrollados.

Aun en los países más desarrollados el hablar de probabilidades, como si se tratara de una dimensión cierta, alerta sobre una simplificación considerable que llama a la mayor cautela en su aplicación meramente aritmética.

## IX. CONSIDERACIONES FINALES

La pérdida de la chance, esa pérdida de la oportunidad, en la cual se frustra una probabilidad *seria* de que se concretara un evento favorable, tiene en su cuantificación complejidades considerables. En este trabajo se ha presentado una aproximación a esa cuantificación a través de una técnica avanzada como es el método Monte Carlo, que aporta distribuciones de probabilidad, con sus atributos descriptivos y de cuantificación de probabilidades en rangos de daños posibles.

Con la información que aporta la distribución de probabilidad que desarrolla el método Monte Carlo, se cuenta -bajo ciertos supuestos- con una descripción de la incertidumbre que puede ser útil para quien tenga que adoptar decisiones sobre la cuantificación de la pérdida de la chance. De este reporte probabilístico, unido a otras informaciones frecuentemente cualitativas que se puedan tener sobre la situación planteada en particular, se pueden aproximar valores de monto de un daño por pérdida de la chance rodeados de mayor in-

formación. En todo caso, es claro que más allá de los avances que se expusieron como metodología de aproximar la descripción de la incertidumbre, debe tenerse siempre presente que se opera bajo supuestos. Los mismos deben ser cuidadosamente justipreciados. En todo caso, la "cautela es necesaria".

Asimismo, debe considerarse que en este método no se agota el tratamiento de la descripción de la incertidumbre. De momento, es un avance muy importante y estimamos que se seguirán efectuando avances científicos en el tema. La agenda de investigaciones sigue abierta a nuevos hallazgos en este apasionante y particularmente complejo tema de aproximarse a describir la incertidumbre.

Por último, es claro que un *signo contemporáneo del avance del conocimiento es la interdisciplinariedad entre las ciencias o áreas de conocimiento*. Ejemplos elocuentes de ello son: el descubrimiento de los Rayos X por el físico Wilhem Röntgen en 1895; más tarde, en los 70 se profundizan y refinan métodos y aparece la Tomografía Axial Computarizada que descubren el físico Allan Cormak y el ingeniero británico Goodfrey Hunsfield; así como también el descubrimiento de la Resonancia Magnética Nuclear que desarrollan los físicos nucleares Felix Bloch y Edward Purcell. Todos recibieron a su momento el premio Nobel en Medicina o en Física. Lo significativo es que sus descubrimientos incrementaron sensiblemente la información disponible por la Medicina, para estudiar patologías más allá de sus aportes a la física. El diagnóstico médico no se establece en certidumbre. Pero estos métodos desarrollados en otras ciencias, aportan conocimiento al médico que le permite hacer diagnósticos muchos más afinados.

De la misma forma, las Ciencias Económicas han enriquecido sus proposiciones incorporando aportes de disciplinas como la psicología, la estadística, las ciencias cognitivas y la informática.

Luce auspicioso entonces, que en el campo del Derecho, jueces, árbitros, abogados e investigadores, puedan incorporar a sus decisiones o sus estudios, insumos científicos como el reseñado en este trabajo, con el que no se contaba hasta poco tiempo con la afinación de hoy