

. Título en mayúsculas del Trabajo;

ECONOMÍA CUÁNTICA

. Tema al cual pertenece;

Economía cuántica y finanzas cuánticas.

Nombre del Congreso;

**I Congreso Nacional e Internacional de
Finanzas y Mercado de Capitales
(PRESENCIAL)**

. Lugar y fecha de realización del evento;

**13/11/2024 a las 10:00 hs. Sala "salón Dr.
Manuel Belgrano A y B, Piso 2°"**

. Profesión, nombre/s y apellido/s del/los autor/es;

Nouman AL Mussawi

Investment Banker at www.statl.net

31 paginas

. Domicilio particular y/o laboral;

Villarroel 1181, 4ª, Villa Crespo. 1414. CABA

. Teléfono particular, laboral y/o celular;

11. 3922.7073

. Dirección de correo electrónico particular y/o
comercial

noumanam@gmail.com

noumanam@statl.net

. CV resumido: Mencionar hasta 5 (cinco)
actuaciones profesionales más relevantes por
autor:

1/ Investment Banker, Los Angeles, CA

www.statl.net

2/ CEO AIRP™

Los Angeles, CA/ Buenos Aires, Argentina

www.airpcorp.com

Contenido

Resumen	3
Introducción.....	3
Dinero cuántico	5
Finanzas cuánticas	13
Economía cuántica.....	16
Conclusión	21
Apéndice	22
Bibliografía.....	29

Resumen

No es de extrañar que, casi 15 años después de la crisis financiera de 2007/2008, haya un creciente consenso mundial en cuanto a que el enfoque neoclásico de la economía ha fracasado miserablemente y que se necesitan nuevos enfoques para resolver problemas que datan de hace un siglo ya. Lamentablemente hasta ahora la economía sólo se ha ocupado de la ciencia de la escasez cuando debería haberse ocupado de la del dinero, y tal cual como las ideas de los físicos sobre la materia cuántica se formaron estudiando el intercambio de partículas a nivel subatómico, la economía también debería comenzar por analizar las propiedades de las transacciones basadas en el dinero, que, como las entidades cuánticas, tienen una naturaleza fundamentalmente dualista. Basándome en ideas del dinero cuántico, las finanzas cuánticas y la ciencia social cuántica, demuestro aquí que la economía es un ejemplo arquetípico de un sistema social cuántico, con sus propias versiones de medición, incertidumbre, entrelazamiento y otros fenómenos relacionados, lo que conduce a una propuesta de economía cuántica, considerada a la economía neoclásica lo que la física cuántica es a la física clásica.

Palabras clave: ciencia del dinero, finanzas cuánticas, ciencia social cuántica, economía neoclásica y economía cuántica

Introducción

Hoy en día, notamos con claridad que los modelos desarrollados por los economistas neoclásicos

para simular la economía son ampliamente aceptados por la naturaleza de su diseño (desde los modelos de riesgo financiero utilizados por los bancos hasta los modelos macroeconómicos utilizados por los responsables de las políticas) pero no han logrado predecir o incluso explicar adecuadamente los acontecimientos de la crisis¹ financiera de 2007/2008. De hecho, incluso contribuyeron a la crisis al crear una falsa sensación de seguridad. Argumento aquí que las razones esenciales detrás del colapso de estos modelos económicos se deben a que su dependencia de la economía neoclásica -cuyos fundadores del siglo XIX se inspiraron en la física clásica- tampoco tuvo en cuenta las enseñanzas y los conocimientos de la física cuántica, que revolucionó la física a principios del siglo XX en la manera de estudiar el movimiento y energía de las ideas². De ninguna manera estoy insinuando que la economía deba imitar directamente a la física cuántica ni adoptar literalmente el formalismo de la mecánica cuántica por parte de los modeladores, sino más bien insinúo un enfoque diferente de cómo debe considerarse la economía como un sistema social cuántico en sus propios términos, con sus propias versiones de dualidad, medición, incertidumbre, entrelazamiento y otros aspectos relacionados de manera similar.

Mi intención en este artículo como investigador es destacar algunos de los datos clave y la aplicación

¹ Mark Baum versus Alan Greenspan, the "Ali vs Foreman" of the Financial World

² La física cuántica utiliza la física para explicar cómo funciona todo, incluido el movimiento y las fuerzas energéticas con las que interactúan para lograr un cierto acto o resultado.

de la economía cuántica como una rama extensa de las finanzas cuánticas, que utilizo a diario en la mayor parte de mi trabajo³ empleando un enfoque diferente o complementario de los físicos cuánticos al evaluar el concepto cuántico⁴ pero aplicado al dinero en lugar de a la energía, y luego me enfoco con el área más general de la ciencia social cuántica al considerar cómo las personas y las instituciones interactúan con el dinero, mientras se realizan comparaciones con la economía neoclásica. No pretendo proporcionar un estudio del enfoque cuántico en campos relacionados sino mostrar que, al basarse en los hallazgos de estas áreas, la economía cuántica proporciona una alternativa genuina al enfoque neoclásico.

El plan de este artículo es el siguiente: la sección 2 analiza la naturaleza y la creación del dinero, la sección 3 aborda la pertinencia de las finanzas cuánticas, la sección 4 detalla en qué se diferencia la economía cuántica de la economía neoclásica y, por último, la conclusión resume los puntos clave.

Dinero cuántico

En términos simples, podríamos decir que el sistema monetario es una tecnología social diseñada con intención de colapsar⁵ el valor *subjetivo* a un número *objetivo*, por lo tanto, los objetos monetarios combinan las propiedades de

³ www.statl.net, www.airpcorp.com

⁴ (Cuanta Latin for 'how much')

⁵ De manera similar a la mecánica cuántica, un colapso de la función de onda, también llamado reducción del vector de estado, ocurre cuando una función de onda, inicialmente en una superposición de varios estados propios, se reduce a un solo estado propio (resultado o valor) debido a la interacción con el mundo externo.

un número virtual con una cosa real que le otorga un valor o precio designado.



Figura 1. Babilonia 331-328 BC, בעלתרו (Ba'altarz) en arameo, Baal sentado a la izquierda, sosteniendo un cetro, borde de puntos / León caminando hacia la izquierda, cola enroscada detrás, borde simple⁶

Y el valor o lo que ahora llamamos precio sirve como medida de posición y el hecho de que el precio sea sólo un número en lugar de algo real e inmutable es exactamente lo que introduce la incertidumbre cuántica y le da al dinero sus propiedades dualistas. Este enfoque cuántico proporciona un lenguaje consistente para describir el rol del dinero en términos de poder y energía, al tiempo que vincula la cognición y las finanzas, lo que abre numerosas aplicaciones para los modelos predictivos desde la oferta y la demanda hasta la dinámica del dinero y el crédito hasta la fijación de precios de las opciones financieras. En la literatura académica, a menudo vemos que el dinero se considera más como una ficha inerte o como una especie de unidad métrica en verde de una sustancia con propiedades especiales. Las

⁶ <https://www.wildwinds.com/coins/greece/babylon/t.html>

raíces de tales propiedades se remontan a Adam Smith, quien sostuvo que el dinero era una distracción de lo que realmente importaba, que era el intercambio de bienes (Adam Smith, 1776, n.d.) mientras vemos que el economista francés Jean-Baptiste, popularizando el trabajo de Smith en Francia, resumió esto en su declaración de que “el dinero es un velo”, o como lo expresó más tarde Paul Samuelson, “si despojamos el intercambio de sus elementos más esenciales y quitamos la capa oscura del dinero, encontramos que el comercio entre individuos y naciones se reduce en gran medida al trueque” (Paul A. Samuelson 1973, n.d.)

El concepto real es que el dinero no es una fuerza en sí misma, mecánicamente hablando, sino sólo una medida de alguna otra cualidad y en el caso de Adam Smith, era el trabajo que se había utilizado para producir un bien; para los economistas neoclásicos, se definía como "utilidad" (W. Stanley Jevons 1957, 1965).

En ambos casos, como el dinero no tenía cualidades importantes por sí mismo, una consecuencia fue que podía omitirse sin problemas de modelos como el famoso modelo Arrow-Debreu⁷ de la década de 1950, a veces

⁷ En la completitud de los mercados según los cuales cualquier pago arbitrario (arbitrary payoff) \tilde{V}^{pay} se puede escribirse como una combinación lineal de valores Arrow-Debreu, proporcionamos el siguiente ejemplo de un pago Arrow-Debreu mariposa normalizado (normalized butterfly) centrado $V_n^{AD.pay}$ sobre un precio de ejercicio k , con un tamaño de ala $\Delta s = \Delta k$, precios de ejercicio como $k_n = \underline{s} + (n - 1)\Delta k$, y subyacente $S(\omega^{(j)}) = \underline{s} + j\Delta k$ para un $\omega^{(j)}$ genérico en Ω :

$$v^{b\ fly.pay}(S(\omega^{(j)}), k_n + \Delta k) = \begin{cases} \Delta k & \text{if } j = n \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} = \Delta k \times V_n^{AD.pay}(\omega^{(j)})$$

conocido como el modelo de la “mano invisible” porque mostraba que un mercado⁸ idealizado alcanzaría una especie de equilibrio óptimo, excluía al dinero y al sector financiero en su conjunto (Arrow & Debreu, 1954).



Figura 2. Adam Smith's invisible hand (Adam Smith, 1776, n.d.)

La economía es vista como un gigantesco sistema de trueque donde el dinero y las finanzas no

⁸ En (Schaden, 2002) los mercados cuánticos, por otra parte, más precisamente en un espacio de Hilbert H , donde el estado del mercado (función de onda) M nunca se conoce con precisión y, en cambio, se representa por la superposición lineal de estados base $|n\rangle$ en B :

$|M\rangle = \sum_n A_n |n\rangle$ donde A_n son números complejos, con $w_n = |A_n|^2$ como la probabilidad de que el mercado esté en el estado $|n\rangle$ suponiendo que el mercado consiste en una colección de agentes (inversores) $j = 1, 2, \dots, J$ que compran y venden activos de tipos $i = 1, 2, \dots, I$. Cada agente tiene efectivo (o deuda) x^j . El mercado se puede representar como un espacio de Hilbert H con la base $B := \{|x^j, \{n_i^j(s) \geq 0, i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J\}\}$ con $n_i^j(s)$ aquí como el número de activos i con un precio de s dólares que están en manos de inversores j

juegan un papel central, un punto que es más cierto en el tema central de la creación de crédito por parte de los bancos, que fue ignorado por la mayoría de los economistas hasta hace muy poco, hasta la llegada de las aplicaciones modernas de las finanzas cuánticas (Baaquie, 2007)

Más preciso, el fracaso de este enfoque económico neoclásico se puso de manifiesto durante la crisis financiera del 2007 cuando los modelos que no incluían dinero ni crédito no pudieron predecir ni tampoco comprender, el efecto de una restricción crediticia⁹ (Calin-Adrian & Savu, 2012). Sin embargo, la economía cuántica sostiene que el dinero es mucho más que un simple chip inerte (Wilmott & Orrell, n.d.); en cambio, es una sustancia dinámica con propiedades dualistas complejas que alimentan la economía y en muchos sentidos la definen. Reconocer este hecho promete tener un impacto similarmente disruptivo en la economía neoclásica como lo tuvo la física cuántica en la ortodoxia de su época. En otra nota, vemos claramente que el dinero cuántico frente a la economía neoclásica se basó explícitamente en la física clásica mecanicista de manera similar a cómo grandes economistas como Irving Fisher (Irving Fisher 1896, 1965) intento mostrar cómo los individuos

⁹ Credit crunch; Una crisis crediticia es una disminución de la actividad crediticia de las instituciones financieras provocada por una escasez repentina de fondos. A menudo, una crisis crediticia es una prolongación de una recesión y hace que a las empresas les resulte casi imposible obtener préstamos porque los prestamistas temen las quiebras o los impagos, lo que da lugar a tipos de interés más altos.

se relacionaban con las partículas y la utilidad con la energía. La idea central era que el "hombre económico"¹⁰ racional (Guth et al., 1982), mediante la magia de la mano invisible de Smith, guiaría los precios hacia un equilibrio estable que representaba el resultado óptimo para la sociedad.

La economía cuántica en cambio, trata la economía como un sistema social cuántico por derecho propio; de manera similar a cómo la física cuántica surgió de los estudios de las transacciones de energía entre partículas, la economía cuántica comienza examinando las propiedades complejas de los objetos monetarios.

Observamos también que en la economía neoclásica se presta poca atención a cómo se crea el dinero, mientras que su principal enfoque tiende a estar en la teoría cuantitativa que dice que la oferta monetaria debe ajustarse para reflejar el crecimiento económico. En la pura realidad, la oferta monetaria está controlada por un banco central que utiliza la banca de reserva fraccionaria: el banco central crea dinero por ejemplo, comprando un bono del gobierno utilizando dinero inventado, luego ese dinero sale a la economía y termina depositándose en bancos

¹⁰ Homo economicus, u hombre económico, es la representación de los seres humanos como agentes consistentemente racionales y estrechamente interesados en sí mismos, que persiguen de manera óptima sus fines definidos subjetivamente (*Godkin-Economic Man-1891 - The Economic Man Author(s): E. L. Godkin Source: The North American - Studocu, n.d.*).

privados, que luego pueden prestar más dinero sujeto a un requisito de reserva.

En este marco, el banco central es visto como una especie de nodo de comando central, en consonancia con un punto de vista mecanicista. Sin embargo, en los últimos años ha habido una reevaluación de cómo funciona realmente el proceso y el Banco de Inglaterra¹¹ escribió en 2014: "La realidad de cómo se crea el dinero hoy en día difiere de la descripción que se encuentra en algunos libros de texto de economía... el banco central no fija la cantidad de dinero en circulación, ni el dinero del banco central se "multiplica" en más préstamos y depósitos" (*Money Creation in the Modern Economy*, 2014). De manera similar, Adair Turner (*Between Debt and the Devil*, n.d.) señaló que "los libros de texto de economía y los artículos académicos generalmente describen cómo los bancos toman depósitos de los ahorristas y prestan el dinero a los prestatarios, lo que proporciona poca justicia como descripción de lo que realmente hacen los bancos. De hecho, los bancos crean dinero de crédito y poder adquisitivo (*Money Creation in the Modern Economy*, 2014), mientras que el economista Richard Werner¹² realizó un análisis empírico en su trabajo (Werner, 2014) y concluyó que "La oferta monetaria se crea como "polvo de hadas" producido por los bancos individualmente, "de la nada".

¹¹ <https://www.bankofengland.co.uk/>

¹² El artículo de RA Werner de 2014 presenta la primera evidencia empírica en la historia de la banca sobre la cuestión de si los bancos pueden crear dinero de la nada.

Podría decirse que hoy observamos que la gran mayoría del dinero (alrededor del 97 por ciento en el Reino Unido) es creado por bancos privados que prestan dinero para financiación como hipotecas sobre casas (*Money Creation in the Modern Economy*, 2014). El dinero¹³ se crea de la misma manera que los palitos de conteo¹⁴.



Figure 3. *Dinero de madera, primer ordenador cuántico* (Quantum Economics by David Orrell, n.d.)¹⁵

Por ejemplo, el dinero se deposita primero en la cuenta del vendedor, pero el banco conserva un registro que le otorga el título de propiedad; la diferencia aquí es que el dinero es lo que actúa como stock, mientras que el título representa la deuda que debe ser pagada. Como son de igual valor, pero opuesto, se cancelan en conjunto, pero el enredo permanece¹⁶. Si el titular de la

¹³ MacLeod escribió en 1856 que “el negocio de la banca no es prestar dinero, sino crear crédito” (*David MacLeod (1856–Deceased) • FamilySearch*, n.d.). Schumpeter escribió en 1954: “Es mucho más realista decir que los bancos “crean crédito”, es decir, que crean depósitos en su acto de prestar, que decir que prestan los depósitos que se les han confiado” (*Amazon.Com: History of Economic Analysis: 9780415108928: Schumpeter, Joseph A.: Libros*, n.d.).

¹⁴ Tally sticks (Palillos de conteo): poco después de ascender al trono inglés en 1100, el rey Enrique I, hijo de Guillermo el Conquistador, introdujo un sistema de pago virtual basado en palillos de madera conocidos como tallies

¹⁵ <https://www.wikipedia.org/>

¹⁶ En la economía cuántica, el dinero actúa como un dispositivo de entrelazamiento: $|S\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |1 \uparrow \rangle |2 \downarrow \rangle - \frac{1}{\sqrt{2}} |1 \downarrow \rangle |2 \uparrow \rangle$, es decir, en física cuántica, dos partículas pueden entrelazarse de modo que la medición de una actúa como una medición de la otra, incluso si las dos partículas están separadas por grandes diferencias, un fenómeno que Einstein llamó famosamente “acción fantasmal a distancia” (*Einstein’s “Spooky Action at a Distance”*)

hipoteca se declara en quiebra, el estado del préstamo del banco cambia instantáneamente, incluso si no se entera hasta más tarde.

La otra cara de la creación de dinero es su destrucción: el dinero que se crea a partir de la deuda se destruye cuando se paga la deuda, como una partícula que choca con su antipartícula, y una implicación es que, si no se crean nuevas deudas constantemente, la oferta monetaria se reducirá, lo que llevará a una recesión. La creación y destrucción de dinero están, por lo tanto, en el corazón del ciclo económico.

Finanzas cuánticas

Las finanzas cuánticas para la economía cuántica son el mecanismo de dirección de un barco, aunque están fuera del alcance de este artículo, vale la pena mencionar su presencia hoy como una fuerza a tener en cuenta debido a sus aspectos multidisciplinarios y pertinentes (Quantum economic analysis¹⁷, option pricing types on a

Paradox Older Than Thought | MIT Technology Review, n.d.). El campo de la termodinámica cuántica muestra que siempre que las partículas interactúan, se enredan hasta cierto punto, compartiendo efectivamente sus funciones de onda, lo que tiene implicaciones para cuestiones como la entropía (Isham & Linden, 1997). De la misma manera, los instrumentos financieros como préstamos, bonos o inversiones actúan como contratos entre dos partes, lo que significa que un cambio en una, afecta instantáneamente a la otra. Las relaciones deuda/crédito en la economía, por lo tanto, actúan para crear una intrincada red de enredos. Economía y finanzas cuánticas

¹⁷ Economía y finanzas cuánticas (Orrell & Houshmand, 2022)

quantum computer¹⁸ (QFT & AQFT¹⁹) for Path-(in)dependent single-assets/multi-assets²⁰, Credit risk Quantum Monte Carlo applications²¹, Quantum Trading²², Quantum Error Correction²³ y otros technical Quantum Algorithms²⁴ used in this space of practice within Quantum Machine Learning QML²⁵) ya puestos en práctica por grandes bancos (Bulge Brackets Banks²⁶) y empresas de mediana y gran capitalización de mercado.

Enfoque	1. Enfoque	2. Enfoque del
	e	oscilador

¹⁸ Some well-known Quantum computer Gate constructions for QFT & AQFT (Nielsen & Chuang, 2010)

Previous best-known coherent approximation of the n -qubit QFT to an error ε by a quantum fault-tolerant Clifford +T circuit	Featuring T-count of: $\mathcal{O}(n \log(n/\varepsilon) \log(\frac{n \log(n/\varepsilon)}{\varepsilon}))$	AQFT construction using controlled rotations: $\mathcal{O}(n \log(n/\varepsilon))$
Approximation of the QFT by a quantum Clifford +T circuit with the T-count of	$\mathcal{O}(n \log(n/\varepsilon) + \log(n/\varepsilon) \log(\frac{\log(n/\varepsilon)}{\varepsilon}))$	

¹⁹ Approximate Quantum Fourier Transform (AQFT) used by both the Beauregard and Pavlidis Algorithms (Wang et al., 2024)

²⁰ Vanilla call option payoff $f_C(S_T) = \max(0, S_T - K)$, put option payoff $f_P(S_T) = \max(0, K - S_T)$, and Basket call option payoff $f(S_{basket}) = \max(0, S_{basket} - K)$

²¹ Quantum Monte Carlo (QMC) (AL Mussawi, Nouman, p89, Quantum Finance & AI, n.d.)

1/ Estimation Error Behavior $\mathcal{O}(1/\sqrt{M})$ Rate of Convergence $\mathcal{O}(\sqrt{n})$ Discrete $ \psi_1\rangle_{t_2} = \hat{U} \psi_1\rangle_{t_1}$ Continuous $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(x, t) = \hat{H} \psi(x, t)$	2/ For Multiple Risk Factor Loading Operator $\mathcal{U} = \bigoplus_{k=1}^K R_Y(\theta_{p_0}^k)$ Angle $\theta_{p_0}^k = 2 \arcsin(\sqrt{p_k^0})$
--	--

²² For example P -space topologies (Khan & Bao, 2021)

²³ For example: using Gradient-based algorithms require gradient or sensitivity information, in addition to function evaluations, to determine adequate search directions for better designs during optimization iterations (Jerbi et al., 2023)

²⁴ The 4 major Groups: Algebraic and Number Theoretic Algorithms / Oracular Algorithms / and Simulation Algorithms / Optimization, Numeric, and Machine Learning (Dalzell et al., 2023)

²⁵ QML (Biamonte et al., 2017)

²⁶ List of 2024 <https://mergersandinquisitions.com/bulge-bracket-banks/>

	integral de trayectoria de Feynman	inarmónico cuántico
Ecuación	$Qr_F = e^{-iHT} Qr_S$ $= \int DQr(t) e^{i \int_0^T dt L(Qr, \dot{Q}r)}$	$\left[\frac{-\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2} + \left(\frac{\gamma\eta\delta}{2} r^2 - \frac{\gamma\eta\nu}{2} r^4 \right) \right] = \varphi(r)$ $= E\varphi(r)^{28}$
Explicación	<p>Si consideramos la tasa de interés mundial, por ejemplo, la tasa de interés estadounidense r como la propagación de la partícula cuántica Qr.</p> <p>El cambio de la tasa de interés Qr durante un período de tiempo T del estado Qr_S hacia Qr_F puede formularse mediante la formulación integral de trayectoria de Feynman.</p> <p>A través de esta ecuación podemos explorar cómo modelar tasas de interés a plazo en diferentes períodos de tiempo con finanzas cuánticas utilizando la técnica de integral de trayectoria de Feynman.</p>	<p>Donde γ es la profundidad del mercado</p> <p>δ es el término oscilatorio armónico cuántico</p> <p>ν representa la volatilidad del mercado, factores de control de riesgo proporcionales a r^2</p> <p>η es el factor de fuerza de amortiguación</p> <p>$\frac{-\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2}$ proporcional a r^2 es la energía cinética (KE)</p> <p>y finalmente $\left(\frac{\gamma\eta\delta}{2} r^2 - \frac{\gamma\eta\nu}{2} r^4 \right)$ es la energía potencial (PE)</p> <p>. La dinámica cuántica está controlada por el precio-rendimiento $r = dp/dt$ (como en la teoría financiera clásica)</p>

Fuente: cómo modelar tasas de interés y la dinámica cuántica (AL Mussawi, Nouman, 2023, n.d.)

Las finanzas cuánticas son la herramienta utilizada para cuantificar el formalismo mecánico cuántico en un entorno cada vez más complicado debido al

²⁷ Dr. Baaquie, B. E. (2004) *Quantum Finance*. Cambridge University Press.

²⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Schr%C3%B6dinger_equation

inmenso crecimiento de los mercados financieros tanto en volumen como en sofisticación, poniendo más énfasis en nuevas técnicas, incluidas las matemáticas avanzadas, para explicar los movimientos de dinero bajo la física cuántica, como la econofísica, por mencionar algunas (Mantenga & Stanley 1999, n.d.). También está estrechamente entrelazada con la economía cuántica, explicando sus aspectos multifacéticos, especialmente con el nuevo auge de la tecnología de hardware cuántico que ya está en uso.

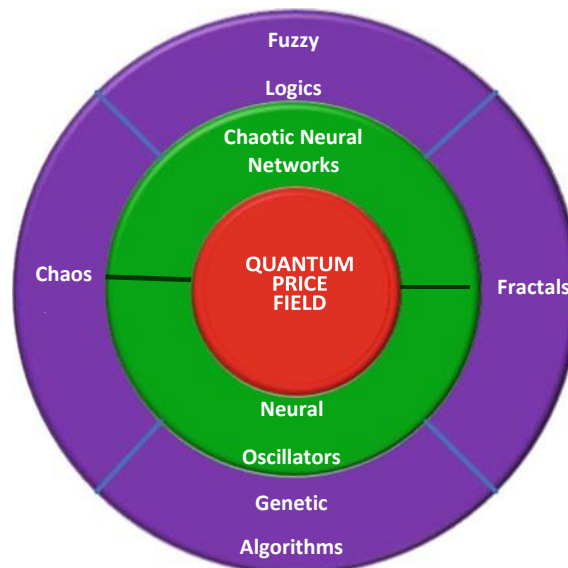


Figura 4. El modelo de esfera concéntrica de las finanzas cuánticas (Lee, 2020)²⁹

Economía cuántica

La economía cuántica es, en efecto, una combinación de dinero cuántico, finanzas cuánticas y ciencia social cuántica, que se

²⁹ Lee, R. S. T. *Paradigmas avanzados en Inteligencia Artificial desde Osciladores Neuronales, Teoría del Caos hasta Redes Neuronales Caóticas*. Advanced Knowledge International, Australia, 2005.

desarrollaron de forma independiente, pero que juntas ofrecen una alternativa directa al enfoque neoclásico tradicional, que hace predicciones muy diferentes sobre cómo debería comportarse la economía en contraste con el enfoque antiguo.

La economía cuántica se basa en la idea de que los precios son probabilísticos y las transacciones actúan como una medida. En lugar de una curva de utilidad, utilizamos una curva de propensión, que describe la probabilidad de realizar una transacción en función del precio. Los ejemplos hasta ahora han tenido una función de propensión discreta, pero para un activo como una casa o una opción, necesitamos una función continua.

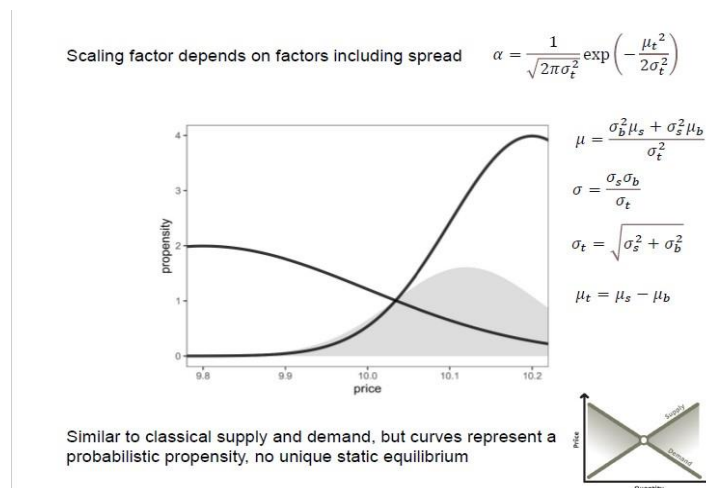


Figura 5. Economía Cuántica: en una transacción, la fuerza entrópica neta es la suma de las fuerzas del comprador y del vendedor, la propensión conjunta es una curva normal escalada (Porteous & Tapadar, 2005). El factor de escala depende de factores como la dispersión y es similar a la oferta y la demanda clásicas, pero las curvas representan una propensión

*probabilística donde no hay un equilibrio estático
único*

Una curva de propensión describe información relacionada con la energía a través del concepto de fuerza entrópica que podríamos adoptar para obtener el modelo cuántico. En esta dirección, muchos contribuyeron a estos conceptos novedosos, y el matemático pionero Asghar Qadir señaló por primera vez que la mecánica cuántica parece ser más adecuada que la mecánica clásica para modelar los caprichos del comportamiento económico, dado que se desarrolló para manejar situaciones en las que una variable no tiene un único estado "verdadero" (Asghar Qadir 1978, n.d.), y pronto varios autores que trabajan en el área conocida como finanzas cuánticas, mientras tanto, han demostrado que, para ciertos temas, es posible traducir teoremas existentes utilizados en finanzas cuantitativas al formalismo de la mecánica cuántica (Martin Shubik, 1999) (Baaquie, 2007), en los campos de la cognición cuántica (De Clercq et al., 1994), en aplicaciones financieras de computación cuántica para opciones y algoritmos cuánticos (Egger et al., 2019) (Shor, 2000) y en la ciencia social cuántica (Haven & Khrennikov, 2013) todos apuntando a cómo nuestra toma de decisiones a nivel individual o social sigue algún tipo de lógica cuántica similar en espíritu a la que se aplica en el reino subatómico.

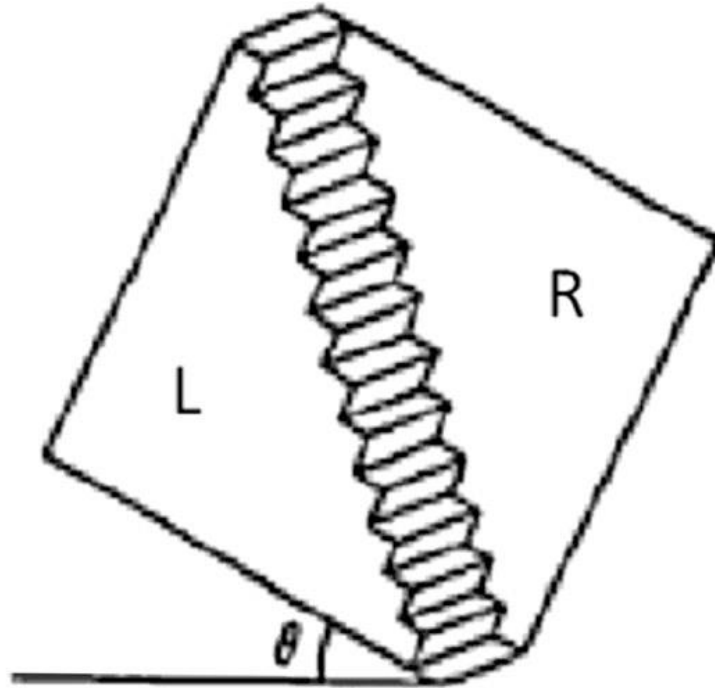


Figura 6. *La escalera de Schröder es una figura ambigua que tiene dos interpretaciones diferentes: “la parte izquierda (L) es la parte delantera y la parte derecha (R) es la trasera”, y su contrapartida. Los humanos percibimos cualquiera de ellas y la tendencia de la percepción depende del ángulo de rotación (Nielsen & Chuang, 2010)*

Lamentablemente, y de manera sistemática, hoy en día se supone que la economía es fundamentalmente justa, con recompensas aproximadamente proporcionales, al menos en promedio, al éxito en el mercado. Se nota también que las cuestiones de distribución se abordan solo distorsionando el modelo, y no hay una manera establecida de hacerlo, por ejemplo, la visión presentada por la economía neoclásica ve la economía como compuesta por un gran número

de agentes independientes, cada uno de los cuales tiene un poder aproximadamente similar, de modo que es posible concentrarse en los agregados. Se supone también que las personas toman decisiones (aproximadamente) racionales para optimizar su propia utilidad y que, por lo tanto, el crecimiento económico conducirá a una mayor felicidad social (*Jonathan Aldred, The Skeptical Economist: Revealing the Ethics inside Economics - PhilPapers*, n.d.) y de otro lado, los precios se representan como la intersección de las curvas de oferta y demanda, que además se supone que son fijas (por un tiempo) e independientes entre sí.

Se la trata como algo separado del medio ambiente y de los efectos cotidiano como la contaminación se manejan como "externalidades", por lo que podríamos decir que las economías neoclásicas predicen una economía que, si se libera de "fricciones" como la sobrerregulación, los monopolios, etc., optimizará sistemáticamente la felicidad, que es inherentemente estable, es fundamentalmente justa y que últimamente se puede considerarse, a efectos prácticos, como un sistema cerrado. También carece de las herramientas para explorar adecuadamente temas como la inestabilidad financiera, la desigualdad y el daño ambiental con lo que hemos presenciado hasta ahora.

Conclusión

Como hemos visto anteriormente, la economía neoclásica se basa en un enfoque reduccionista de micro fundamentos que trata la economía como una enorme máquina con diferentes partes móviles interconectadas entre sí mediante la agregación de varios individuos, por ejemplo, mediante el uso de un agente representativo, o un proceso determinado mediante la estimación de la curva de oferta y demanda. La economía cuántica, por otro lado, adopta un enfoque ágil y más complejo en el que los precios no miden alguna cualidad única y estable como la utilidad, sino que surgen de las transacciones financieras al centrarse en lo que se observa en lugar de especular sobre lo que sucede dentro de un átomo por ejemplo (Heisenberg & Eckart, 2015). Esto nos lleva a entender cómo la economía cuántica ve las propiedades intrínsecas llamadas "fallas del mercado" en la economía neoclásica, como resultado de nuestro uso de dinero basado en la deuda en lugar de verlas como externalidades en forma de desigualdad económica, inestabilidad financiera o degradación ambiental. A este fin, ve la economía en su conjunto como un sistema vivo entrelazado donde cada individuo e institución tienen amplia responsabilidad hacia los demás y hacia la sociedad en lugar de tratar la economía como un sistema predictivo mecanicista o una especie de máquina de optimización de utilidades. El objetivo aquí nunca es reemplazar el enfoque neoclásico con nuevas jergas matemáticas, sino tratar la

economía en su conjunto como un sistema social cuántico que tiene sus propias herramientas de modelado adecuadas para tales conceptos.

La economía cuántica ha surgido, tal vez incluso más después de la crisis financiera, como una alternativa al enfoque neoclásico de más de un siglo y medio, alimentada por el sentimiento de los muchos que han sobrevivido a esta crisis y quieren evitar que vuelva a suceder.

Por último, la economía cuántica reconoce que la economía es un sistema reflexivo de modo que las teorías económicas afectan a la economía y de la misma manera que una medición afecta al sistema que se mide. En particular, es una teoría que considera que la economía considerada vista como inherentemente estable conducirá a exactamente lo contrario, al crear una falsa sensación de seguridad y conducir a recortes de las salvaguardias y las regulaciones proteccionistas lo cual suena familiar...

Apéndice

Un ejemplo de la economía cuántica:

La valoración del valor cuántico

Aquí analizamos el ejemplo tradicional clásico de precio, costo e ingreso (PCI) mejor representado en (Spekkens, 2007) (Özdilek, 2024) y que se utiliza a menudo para aproximar el estado de valor de un bien económico como una propiedad inmobiliaria. El objetivo principal de este método que utiliza el enfoque de la teoría cuántica es demostrar cómo el mapeo en estados cuánticos

bidimensionales utilizando la esfera de Bloch³⁰ nos ayuda a calcular los valores y los vectores propios de la matriz hamiltoniana.

En términos económicos, esto significa obtener un resultado social y ambiental más adecuado para el beneficio del ciudadano y el gobierno proporcionando una inclusión más amplia para los ciudadanos normalmente descartados con baja puntuación crediticia, pero no desastrosamente deudores, por ejemplo, para casos de hipotecas de vivienda.

Sabemos que la economía clásica utiliza modelos lineales y estadísticos para aproximar algorítmicamente este valor, aunque admitimos que complica esta tarea de valoración.

Sin embargo, nuestra evaluación cuántica se basa en un estado cuántico de colapso de onda de la realidad física (óptica) en lugar de reflejar nuestro conocimiento (epistémico) de esa misma realidad, basada en la superposición de sus distribuciones de probabilidad que determinan la valoración de la propiedad con diferentes estados cuánticos como el momento cuántico o la superposición.

Calculamos así la información observable óptica (información) y la información subjetiva del observador (epistémica), que se cruzan en un estado de valor conocido, colapsando en una información completa; el punto de transacción en el que se acuerda el valor momentáneamente

³⁰ En la mecánica cuántica y computación, la esfera de Bloch es una representación geométrica del espacio de estados puros de un sistema mecánico cuántico de dos niveles, llamada así en honor al físico Félix Bloch. Matemáticamente, cada sistema mecánico cuántico está asociado con un espacio de Hilbert complejo separable.

entre múltiples actores en el mercado libre.

Utilizamos la teoría de probabilidad cuántica (QPT) Quantum Probability Theory (Khrennikov, 2004) en lugar de la función de selección de conocimiento acumulativo de probabilidad de mejor ajuste bayesiana clásica.

En nuestro ejemplo, el Appraisal US Institute³¹ utiliza los siguientes indicadores de valor³²:

1. Enfoque de comparación de ventas, Sales Comparison Approach (SCA): evalúa el estado del valor de mercado de una propiedad en cuestión en relación con su valor comparable.
2. Enfoque de suma de costos, Cost Summation Approach (CSA): basa el valor en el costo actual de reemplazar o reproducir la misma propiedad en cuestión.
3. Enfoque de capitalización de ingresos, Income Capitalization Approach (ICA): evalúa el valor proyectando flujos de ingresos y gastos futuros durante la vida económica de la propiedad en

³¹ <https://www.appraisalinstitute.org/>

³² "Like all metaphysical concepts, when you try to pin [value] down it turns out to be just a word" (Nordin, 1964)

cuestión.

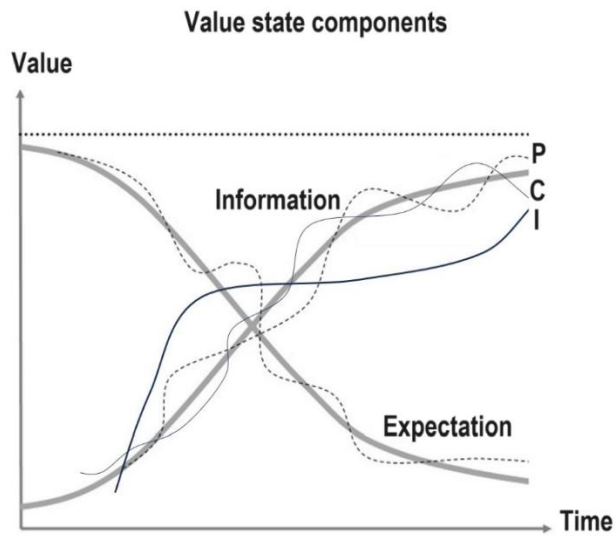


Figure 7.a. Componentes del estado de valor

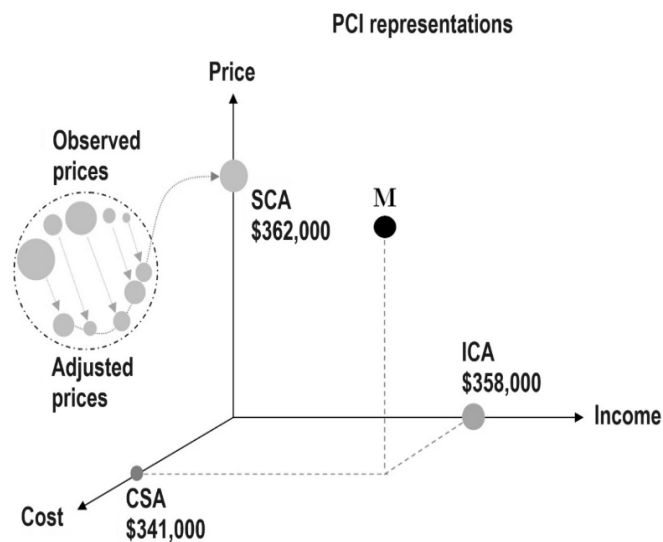


Figure 7.b. Representaciones PCI

A. En términos económicos, después de una serie de cálculos y ajustes, este proceso genera tres estimaciones de mercado del valor de la misma propiedad en cuestión.

La SCA supone un precio de mercado de USD 362.000, con base en la identificación de cuatro propiedades comparables. Dado que estas

propiedades comparables tienen diferentes atributos estructurales, espaciales, financieros y temporales, se realizaron procesos de ajuste de sus precios en los pasos intermedios para que sean similares a la propiedad en cuestión. Este proceso se destaca en la región enmarcada. Nótese que los tamaños de los círculos se escalan en proporción a los precios observados utilizados en la SCA. El mismo proceso se sigue para la evaluación CSA e ICA, aunque para simplificar, no se ilustran en la Figura 7b. Los precios de mercado se calcularon en USD 358.000 y USD 341.000 para la ICA y CSA, respectivamente.

Durante el último paso del proceso de evaluación de bienes raíces, se decide el valor más probable considerando los tres valores PCI en conjunto. El proceso de evaluación clásica generalmente termina en este paso y se selecciona uno de los resultados. Por ejemplo, si se elige el precio de mercado estimado de USD 362.000 con base en la SCA, entonces se debe justificar su uso en comparación con las dos alternativas no utilizadas. En este caso, una justificación común para la SCA sería simplemente citar valores de propiedades comparables que tengan un precio igualmente alto.

B. Matemáticamente hablando: las posibles impresiones de cada enfoque podrían desplazar la coordenada «M» a un estado de valor probabilístico diferente. Al representar múltiples de esas coordenadas «M» para propiedades

idénticas o muy similares, creamos un espectro o un espacio de estados de valor potenciales y, dentro de este espacio, la teoría cuántica ayuda a identificar el valor más probable, ofreciendo una valoración más completa y precisa.

Por lo tanto, la probabilidad PCI, suponiendo que sigue un comportamiento gaussiano, representaría estas probabilidades mediante las siguientes coordenadas esféricas xyz:

$$\begin{cases} x = price = \rho(\sin\theta\cos\phi) \\ y = cost = \rho(\sin\theta\sin\phi) \\ z = income = \rho(\cos\theta) \end{cases}$$

Y en consonancia con la idea de convertir datos PCI reales en datos cuánticos bajo la presunción de que un valor imposible de medir mediante sistemas físicos comunes es un concepto teórico no físico concebido por nuestro cerebro, utilizamos la esfera de Bloch para convertir las coordenadas esféricas PCI observadas en una base cuántica 2D:

$$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + \sin\frac{\theta}{2}e^{i\varphi}|1\rangle$$

$$\text{With } \alpha = [\cos\frac{\theta}{2}] \text{ et } \beta = [\sin\frac{\theta}{2}e^{i\varphi}]$$

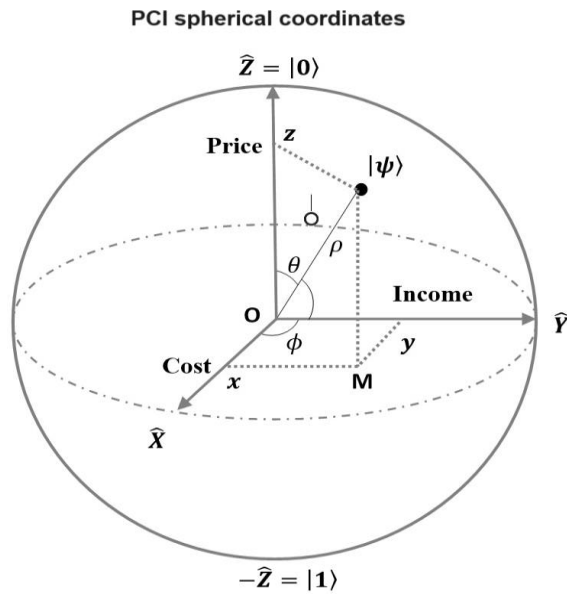


Figure 8.a. Coordenadas esféricas PCI
Quantum 2D basis of PCI

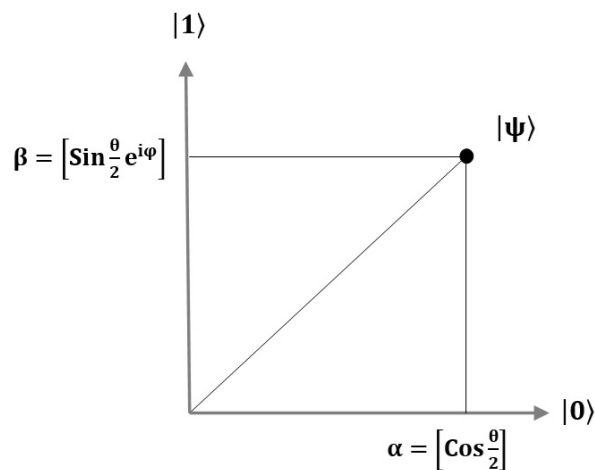


Figure 8.b. Base cuántica 2D del PCI

* Tenga en cuenta que puede encontrar una explicación detallada de este ejemplo en mis otros papers, que van más allá del contenido de este artículo.

Bibliografía

- Adam Smith, 1776. (n.d.). *The Wealth of Nations: Smith, Adam*: 9781505577129: *Amazon.com: Books*. Retrieved October 3, 2024, from <https://www.amazon.com/Wealth-Nations-Adam-Smith/dp/1505577128>
- AL Mussawi, Nouman, 2023. (n.d.). *Quantum Finance, A Modern Approach* [Presentation, UBA FCE & ALAFEC, IV INTERNATIONAL DOCTORAL MEETING 2023. <https://www.economicas.uba.ar/doctorado/> - <https://www.alafec.unam.mx/>].
- AL Mussawi, Nouman, p89, Quantum Finance & AI. (n.d.). CONTABILIDAD | AUDITORÍA | FINANZAS CORPORATIVAS. *AL Mussawi, Nouman, p 89, Quantum Finance & AI, Thomson Reuters, January 2024, 1st Edition. ISSN: 1514-8602.*
- Amazon.com: History of Economic Analysis: 9780415108928: Schumpeter, Joseph A.: Libros*. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.amazon.com/History-Economic-Analysis-Joseph-Schumpeter/dp/0415108926>
- Arrow, K. J., & Debreu, G. (Eds.). (1954). *Landmark Papers in General Equilibrium Theory, Social Choice and Welfare Selected by Kenneth J. Arrow and Gérard Debreu*. Edward Elgar Publishing.
- Asghar Qadir 1978. (n.d.). *Quantum Economics on JSTOR*. Retrieved October 4, 2024, from <https://www.jstor.org/stable/25824883>
- Baaquie, B. E. (2007). *Quantum Finance: Path Integrals and Hamiltonians for Options and Interest Rates*. Cambridge University Press.
- Between Debt and the Devil: Money, Credit, and Fixing G....* (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.goodreads.com/book/show/26264876-between-debt-and-the-devil>
- Biamonte, J., Wittek, P., Pancotti, N., Rebentrost, P., Wiebe, N., & Lloyd, S. (2017). Quantum Machine Learning. *Nature*, 549(7671), 195–202. <https://doi.org/10.1038/nature23474>
- Calin-Adrian, C., & Savu, L.-D. (2012). Credit Crunch: Stochastic Model. *Procedia Economics and Finance*, 3, 298–303. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00155-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00155-4)
- Dalzell, A. M., McArdle, S., Berta, M., Bienias, P., Chen, C.-F., Gilyén, A., Hann, C. T., Kastoryano, M. J., Khabiboulline, E. T., Kubica, A., Salton, G., Wang, S., & Brandão, F. G. S. L. (2023). *Quantum algorithms: A survey of applications and end-to-end complexities* (arXiv:2310.03011). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.03011>

David MacLeod (1856–Deceased) • FamilySearch. (n.d.). FamilySearch. Retrieved October 4, 2024, from <https://ancestors.familysearch.org/en/LKCC-DR8/david-macleod-1856>

De Clercq, D., Aerts, P., & Kunnen, M. (1994). The mechanical characteristics of the human heel pad during foot strike in running: An *in vivo* cineradiographic study. *Journal of Biomechanics*, 27(10), 1213–1222. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(94\)90275-5](https://doi.org/10.1016/0021-9290(94)90275-5)

Egger, D. J., Gutiérrez, R. G., Mestre, J. C., & Woerner, S. (2019). *Credit Risk Analysis using Quantum Computers* (arXiv:1907.03044). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.03044>

Einstein's "Spooky Action at a Distance" Paradox Older Than Thought | MIT Technology Review. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.technologyreview.com/2012/03/08/20152/einsteins-spooky-action-at-a-distance-paradox-older-than-thought/>

Godkin-Economic Man-1891—The Economic Man Author(s): E. L. Godkin Source: The North American—Studocu. (n.d.). Retrieved October 7, 2024, from <https://www.studocu.com/vn/document/truong-dai-hoc-kinh-te-thanh-pho-ho-chi-minh/triet-hoc-mac-lenin/godkin-economic-man-1891/86839425>

Guth, W., Schmittberger, R., & Schwarze, B. (1982). An experimental analysis of ultimatum bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3(4), 367–388.

Haven, E., & Khrennikov, A. (2013). *Quantum Social Science*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139003261>

Heisenberg, W., & Eckart, C. (2015). *The Physical Principles of the Quantum Theory*. Martino Fine Books.

Irving Fisher 1896, I. (1965). *Mathematical investigations in the theory of value and price, 1892: Appreciation and interest, 1896*.

Isham, C., & Linden, N. (1997). Information entropy and the space of decoherence functions in generalized quantum theory. *Physical Review A: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 55(6), 4030–4040.

Jerbi, S., Cornelissen, A., Ozols, M., & Dunjko, V. (2023). Quantum policy gradient algorithms. *LIPICs, Volume 266, TQC 2023*, 266, 13:1-13:24. <https://doi.org/10.4230/LIPICs.TQC.2023.13>

Jonathan Aldred, *The skeptical economist: Revealing the ethics inside economics—PhilPapers*. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://philpapers.org/rec/ALDTSE>

Khan, F. S., & Bao, N. (2021). Quantum Prisoner's Dilemma and High Frequency Trading on the Quantum Cloud. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 769392. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.769392>

- Khrennikov, A. (2004). Contextual Approach to Quantum Formalism. *Journal of Mathematical Physics*, 46. <https://doi.org/10.1063/1.1931042>
- Lee, R. (2020). *Quantum Finance: Intelligent Forecast and Trading Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9796-8>
- Mantenga & Stanley 1999. (n.d.). *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*. Retrieved February 7, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/235361270_An_Introduction_to_Econophysics_Correlations_and_Complexity_in_Finance
- Martin Shubik, M. (1999). *Money and Financial Institutions - A Game Theoretic Approach: The Selected*.
- Money creation in the modern economy*. (2014, March 14). <https://www.bankofengland.co.uk/quarterly-bulletin/2014/q1/money-creation-in-the-modern-economy>
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010, December 8). *Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition*. Higher Education from Cambridge University Press; Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511976667>
- Nordin, J. A. (1964). Robinson, Joan, *Economic Philosophy*, Chicago, Aldine Publishing Company, 1962, pp. 147. (\$2.10). *American Journal of Agricultural Economics*, 46(1), 269–270.
- Orrell, D., & Houshmand, M. (2022). Quantum Propensity in Economics. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 772294. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.772294>
- Özdilek, Ü. (2024). Quantum Value Valuation Continuum. *Quantum Reports*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/quantum6010006>
- Paul A. Samuelson 1973, unknown. (n.d.). *Economics: An Introductory Analysis by Paul A. Samuelson*.
- Quantum Economics by David Orrell. (n.d.). *Quantum Economics by David Orrell (Ebook)—Read free for 30 days*. Everand. Retrieved October 7, 2024, from <https://www.everand.com/book/641505746/Quantum-Economics-The-New-Science-of-Money>
- Schaden, M. (2002). Quantum Finance. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 316(1–4), 511–538. [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)01200-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)01200-1)
- Shor, P. W. (2000). *On the Number of Elements Needed in a POVM Attaining the Accessible Information* (arXiv:quant-ph/0009077). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.quant-ph/0009077>
- Spekkens, R. W. (2007). Evidence for the epistemic view of quantum states: A toy theory. *Physical Review A*, 75(3), 032110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.75.032110>

W. Stanley Jevons 1957, W. S. (1965). *The Theory of Political Economy* (5th edition). Reprints of Economic Classic.

Wang, S., Li, X., Lee, W. J. B., Deb, S., Lim, E., & Chattopadhyay, A. (2024). *A Comprehensive Study of Quantum Arithmetic Circuits* (arXiv:2406.03867). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.03867>

Werner, R. A. (2014). Can banks individually create money out of nothing? — The theories and the empirical evidence. *International Review of Financial Analysis*, 36, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2014.07.015>

Wilmott, P., & Orrell, D. (n.d.). *The Money Formula: Dodgy Finance, Pseudo Science, and How Mathematicians Took Over the Markets*.