

FÍSICA DIVERTIDA

Palabras clave: Física, Astronomía, Filosofía.
Key words: Physics, Astronomy, Philosophy.

■ Héctor Vucetich

vucetich@fcaglp.unlp.edu.ar

■ 1. EN BUSCA DE LA DIVERSIÓN SERIA

En mi opinión, la ciencia (especialmente física y astronomía) es la actividad más divertida después del sexo. Tal vez por eso la elegí como profesión al entrar en la universidad, prefiriéndola a la filosofía y la literatura (otras de mis preferencias). Y tal vez la ciencia es la única forma de divertirse mientras uno trabaja con seriedad.

Tuve esta noción desde chico, porque provengo de una familia con profundo interés en la ciencia básica y aplicada: mi tío-abuelo Juan Vucetich desarrolló el método dactiloscópico, mi padre Danilo Vucetich (químico) y mi tío Martín Vucetich (médico patólogo) trabajaron en investigación básica y aplicada, así como mi padrino Enrique Castellano. Con esos antecedentes no había otra opción... Es por eso que al terminar el secundario, estimulado además por el lanzamiento del "Sputnik I" en 1957, elegí la física como carrera. Completé mis estudios en 1965, con una tesis sobre "Problemas de propagación en guías de onda" en la Universidad Nacional de La Plata. Pero la diversión todavía no había comenzado.

■ 2. LOS PRIMEROS PASOS: AVENTURA EN FÍSICA NUCLEAR

"París bien vale una misa" dijo Enrique III de Navarra para acceder al trono de Francia y tenía razón. Pese a los años transcurridos, París sigue siendo uno de los centros de cultura más importantes del mundo. Y mis dos años de posdoctorado en París, trabajando bajo la dirección del Profesor M. Jean en colaboración con Xavier Campi-Benet, fueron algunos de los más formativos de mi carrera.

En ese momento, se había explicado la estructura de los estados de bajas energías nucleares combinando dos teorías desarrolladas en los '50: las teorías BCS y la RPA¹. La teoría resultante daba una explicación interesante de esa estructura, pero con un precio importante: la aproximación resultante viola las leyes de conservación de la carga y del número de bariones. Aunque el valor medio de ambas cantidades se conserva, hay importantes fluctuaciones de las mismas en la teoría que no representan un fenómeno físico.

Mi trabajo consistió en comprobar que una teoría alternativa, desarrollada inicialmente por M. Jean y colaboradores, podía explicar también las energías de ligadura de al-

gunos núcleos seleccionados, pero al mismo tiempo manteniendo las leyes de conservación (Jean et al., 1967, 1968).

Pero lo más importante de aquella estadía no fue el publicar esos trabajos sino aprender la disciplina de investigación: trabajar, estudiar sistemáticamente, interesarse por los problemas existentes y tratar de enfrentarlos dentro de su capacidad. También aprendí que el arte está muy relacionado con la ciencia: en particular, la forma en que el arte moderno usa la matemática la aprendí a través de algunos cuadros de Kandinski y Mondrian. Y eso también me enseñó que todos los aspectos de la cultura están interconectados: no hay "dos culturas" sino "dos inculturas" en nuestra sociedad.

Durante mi estadía ocurrió un acontecimiento que sumergiría al país en diecisiete años de pesadilla: el golpe de estado de 1966 que derribó un gobierno legítimo (aunque ineficiente) fue la primera de muchas dictaduras que soportaríamos. El Departamento de Física de La Plata sufrió el primer "despoblamiento" importante que vi: muchos profesores e investigadores se mudaron a climas más favorables a la investigación. Mientras dudaba sobre qué debía hacer, recibí cartas del Departamento de Física ofreciéndome un

cargo de Profesor Adjunto Interino. También mi familia insistió en que volviese y de tal manera, a los 27 años, empecé mi tarea de reconstruir una y otra vez lo que la política destruye con tanta facilidad.

■ 3. DE LA FÍSICA NUCLEAR A LA TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Después de mi regreso, durante los primeros años continué trabajando en problemas conectados con la Física Nuclear pero las cosas iban a cambiar: en 1968 Bollini y Giambagi se incorporaron al Departamento de Física y contribuyeron a revitalizar la Física Teórica del lugar.

Pronto la Teoría Cuántica de Campos, su especialidad, se convirtió en mi nuevo *hobby* y más tarde en mi especialidad también. Mi primer trabajo con “los Profesores”, como los jóvenes solíamos decirles, fue sobre el problema de cuantizar teorías de campo con una estructura altamente no lineal (C. G. Bollini and Vucetich, 1971). “Los profesores” ya habían publicado uno de sus más importantes desarrollos, la *teoría de la Regularización Analítica* (Bollini et al., 1964) y me invitaron a colaborar con ellos en ese problema. Aprendí muchísimo realizando ese trabajo, al que seguirían varios sobre el mismo tema.

Durante su estadía en La Plata, “los Profesores” desarrollaron otra de sus más importantes contribuciones: *teoría de la Regularización Dimensional* (Bollini and Giambagi, 1972) que se utilizó para la cuantización de las teorías de Medida y originó los Premios Nobel de Glashow, Salam y Weinberg (1989) por el desarrollo de la teoría electrodébil y de t’Hooft y Veltman (1999) por la elucidación de la estructura cuántica de la teoría, ambas basadas sobre el método de Regularización Dimensional.

Disfruté enormemente de aquellos años con “los Profesores”: su modo de dirigir el grupo era completamente relajado, con el ejemplo y el humor. Después de almorzar solíamos hacer un “seminario”: un partido de truco (directo, revancha y bueno) durante el cual se discutía no sólo de física (discusiones muy buenas) sino también de política. Y no era para menos: la dictadura militar del ’66 se resquebrajaba y había un aire de libertad.

Durante esta época conocí a la que hoy es mi esposa y dicté mis primeros cursos como profesor: Mecánica Analítica y Análisis Numérico². También se recibieron mis dos primeros tesis: J. L. Alessandrini (1972) y F. Schaposnik (1974)³. Pero las cosas se ponían difíciles: pronto dejaron de comprarse revistas y la Facultad quedó casi incomunicada con el resto del mundo.

En esas condiciones recibí una invitación para pasar un año en el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, que acepté y durante dos años estuve aislado (hasta cierto punto) de los problemas del país y del mundo. Durante esos dos años (1975–76) proseguí trabajando en Teorías de campo pero más orientado hacia la fenomenología, en colaboración con G. Cocho y M. Fortes. Trabajamos sobre variantes del Modelo de la Bolsa de M.I.T. al que volvería a encontrar varios años más tarde. Pero el acontecimiento más importante en ese periodo fue el nacimiento de mi hija.

■ 4. EN BUSCA DE ALGO PARA PUBLICAR

A fines de 1976 problemas familiares y personales nos decidieron a volver a la Argentina. La situación en la Universidad y en el país había empeorado enormemente. Por ejem-

plo, para el ingreso en el CONICET tuve que esperar un año pues mis antecedentes fueron investigados por tres servicios de informaciones. Mi hija de 6 meses fue declarada “inmigrante ilegal” y tuve que hacer un complicado trámite para regularizarla. Y todavía no se compraban revistas en la biblioteca... ¿Qué investigar para poder presentar en el informe al CONICET? Por suerte, habíamos estado investigando la vieja teoría de cuerdas⁴ en la que se utilizaban sofisticados métodos de variable compleja para calcular. Un contacto de H. Fanchiotti con el grupo de Ingeniería Eléctrica de la Universidad mostró que dichos métodos podían utilizarse para analizar el comportamiento del campo eléctrico en líneas de transmisión de energía. Esto originó el desarrollo de un programa de computación y se vio que el método era viable aún con las computadoras de aquellos años y originó un “trabajo tecnológico” (Alessandrini et al., 1974) y una línea de investigación nueva en el grupo. Efectivamente, estos trabajos nos permitieron presentar informes decorosos al CONICET y se transformaron en un tema serio de investigación del mismo.

Otro de los trabajos mostró cómo es posible acelerar la convergencia del método y generalizarlo a otros problemas (Fanchiotti et al., 1980). El método puede aplicarse a problemas electrostáticos generales en dos dimensiones, aunque con más dificultad.

Otro problema sobre el que pude trabajar fue el análisis del átomo de hidrógeno en Mecánica Cuántica usando la transformación de Kustaanheimo-Steifel. Este problema me fue propuesto por dos colegas, H. Grinberg y J. Marañón, y fue seguido por varios trabajos desarrollando el método y sus consecuencias (Grinberg et al., 1983a, 1983b, 1984).

Así se pudo sobrevivir a la catástrofe. Pero corrían tiempos mejores: desde hacía un tiempo la CIC, presidida por el Dr. Alejandro Arví, apoyaba la investigación científica y la compra de bibliografía, los estudiantes volvían a interesarse en la investigación y la democracia volvía al país, con todas sus virtudes y defectos.

■ 5. NUEVOS TIEMPOS, NUEVOS TEMAS

Una de las virtudes de los tiempos difíciles es que uno tiene tiempo para hacer otras cosas. Una de ellas fue estudiar temas nuevos: entre 1978 y 1984 pude estudiar temas como relatividad general, Cosmología y Astrofísica. También pudimos estudiar problemas relacionados con Caos Determinista y Sistemas Dinámicos no lineales.

Uno de esos problemas fue la prueba experimental de la Relatividad General: desde 1960 se realizaban medidas de precisión creciente en el Sistema Solar para comprobar la validez de la teoría. Una de ellas es comprobar si la masa inercial de un cuerpo (la que mide la resistencia a cualquier fuerza) es igual a su masa gravitacional (la que mide la intensidad de su acoplamiento al campo gravitacional). Que ambas son iguales fue comprobado con precisión creciente por Galileo, Newton, Bessel y von Eötvös durante el periodo 1600–1900. En el siglo XX, empezando en 1960, se aumentó la precisión más de mil veces pero quedaba sin comprobar si la energía gravitacional de un cuerpo contribuye en partes iguales a ambas masas. La Relatividad General predice que si pero otras teorías de la gravitación predicen que ambas masas son diferentes. El experimento fundamental se llevó a cabo durante el periodo 1970–75, en que la *telemetría lunar con láser* permitió medir la distancia

Tierra-Luna con un error de centímetros.

¿Es posible competir en la Argentina con un experimento barato? Resulta que sí: una de las predicciones de la desigualdad entre ambas masas es que se modifica una de las soluciones conocidas del Problema de los Tres Cuerpos. Junto con una joven investigadora del Observatorio, la Dra. Rosa Orellana, mostramos que esa modificación podía observarse y poner a prueba la Teoría de Einstein o una de sus rivales. En dos trabajos (Orellana and Vucetich, 1988, 1993) mostramos que era posible medir ese pequeño efecto aunque con errores mucho mayores que los que se obtienen con telemetría lunar.

Otro “experimento barato” se hizo con otro tesista, Jorge Horvath. Mostramos que otra de las predicciones de la Relatividad General alteraría los resultados del *experimento de Oklo*: la producción de isótopos en un reactor nuclear que funcionó en ese lugar (hoy una mina de Uranio en Gabón) hace 1200 millones de años (Horvath and Vucetich, 1988). En el mismo tema, mencionemos un experimento (costo: un cuadrado de felpa) realizado en el laboratorio de efecto Mössbauer en La Plata para comprobar la existencia del corrimiento al rojo diferencial (Vucetich et al., 1988).

■ 6. NUEVOS TESISTAS, NUEVO LUGAR DE TRABAJO

Deseo ahora presentar un nuevo grupo de tesistas, con los que trabajé con mucho gusto. Ya mencioné a Jorge Horvath y ahora a su compañero de departamento Omar Benvenuto. Con ellos desarrollamos un nuevo modelo de Supernova Tipo II y un nuevo modelo de pulsar formado de materia extraña⁵. Pero, como el lector (si es que hay alguno) ad-

vertirá, comenzaba a interesarme por temas de astrofísica y cosmología. Los trabajos mostraban cómo explicar la energía emitida durante la explosión de una Supernova Tipo II con una combustión de materia nuclear (neutrónica) en un plasma formado por quarks y gluones (Benvenuto et al., 1989).

Posteriormente, desarrollamos un modelo de púlsar formado por materia extraña, más sofisticado pero igualmente novedoso (Benvenuto et al., 1990). En trabajos posteriores investigamos el proceso de formación de materia extraña: nucleación (Horvath et al., 1992) y combustión (Lugones et al., 1994). La lista de trabajos, con intermitencia, se remonta a la actualidad donde (con dos colaboradores nuevos) hemos encontrado una sencilla aproximación analítica para la masa de un magnetar extraño (Orsaria et al., 2011).

Para esa época habían ocurrido: la crisis económica de 1989 y mi cambio de lugar de trabajo al Observatorio Astronómico motivado por mi interés en problemas astronómicos. Pero también había encontrado un nuevo tema de trabajo: la “Variación de las Constantes Fundamentales”⁶. Se trata de una de las pocas posibilidades de aprender qué es lo que ocurre a escalas de energías inalcanzables (por el momento) con los grandes aceleradores de partículas.

Con Pablo Sisterna (otro tesista) comenzamos a estudiar en forma consistente las diferentes maneras de estimar tal variación para las distintas constantes fundamentales, tal como aparecen en el Modelo Estándar, que concuerda muy bien con el experimento. En el primer trabajo (Sisterna and Vucetich, 1990) estudiamos la variación de todas las constantes de Modelo Estándar, poniendo límites a las mismas y poste-

riormente estudiamos la posibilidad de una variación periódica de la Constante de Newton (Sisterna and Vucetich, 1994).

Este tema se ha transformado, a lo largo del tiempo, en una de las "especialidades de la casa". Varias generaciones jóvenes han hecho sus tesis estudiando teorías que predicen variación de constantes fundamentales y comparando sus consecuencias con la observación. Por ejemplo, citemos (Landau and Vucetich, 2002; Chamoun et al., 2007) como trabajos que estudian la variación fenomenológicamente (Mosquera et al., 2008; Kraiselburd et al., 2011) analizan las variaciones predichas por un modelo particular e (Landau et al., 2001) investigando otra clase particular de teorías.

El tema sigue vivo (aunque con periodos de sueño) y hay siempre gente joven interesada.

■ 7. HACIA LA FILOSOFÍA

Uno de mis profesores me dijo: "Cuando uno llega a viejo se interesa en la Filosofía" (aunque creo que la pensaba con minúscula). Comencé a interesarme en problemas de filosofía de la ciencia mientras estaba en el secundario pero no comencé a estudiarla seriamente hasta conocer a Mario Bunge en el Instituto de Física de la UNAM.

Las conversaciones con él me indujeron a estudiar seriamente el problema de la fundamentación de las teorías físicas, y las nociones de significado, representación y otros problemas. Esto lo hice lentamente mientras desarrollaba mis tareas como profesor e investigador. Sólo comencé a investigar en el tema cuando dos de mis tesis, Gustavo E. Romero y Santiago E. Pérez Bergliaffa, comenzaron a presionarme para estudiar conmigo problemas

de fundamentación de la Mecánica Cuántica. Ese trabajo lo desarrollamos (Perez Bergliaffa et al., 1993; Perez-Bergliaffa et al., 1996) para la mecánica cuántica no relativista, cuya estructura es mucho más simple que la de versiones relativistas.

Entusiasmado con estos trabajos, desarrollamos una teoría relacional del espacio tiempo (Perez Bergliaffa et al., 1998) que lo hace a partir de nociones ontológicas básicas. Una simplificación y reformulación de la teoría la presenté años después (Vucetich, 2011) aunque es difícil extender la teoría al espacio-tiempo de la Relatividad General.

■ 8. FÍSICA Y FILOSOFÍA

No es de extrañar que muchos problemas físicos estén profundamente conectados con problemas filosóficos, en especial los que se refieren a contrastar una teoría con el experimento. Entre ellos se encuentra el de la validez de la Física Relativista que está cuestionada por varias variantes de la Teoría de Cuerdas y parientes.

En 2001, durante mi segunda estadía en el Instituto de Física de la UNAM, México, comencé una colaboración con Daniel Sudarski y Luis Urrutia para investigar el problema: ¿qué límites hay sobre la validez de la Invarianza de Lorentz, la formulación rigurosa de la Relatividad Especial? Ciertas teorías de cuerdas o de gravitación cuántica rompen la estructura del espacio tiempo a escalas muy pequeñas, del orden de la *longitud de Planck*: la distancia en la cual los fenómenos gravitacionales se hacen cuánticos. Si bien esta escala es muy pequeña, la sensibilidad de ciertos experimentos es tan grande que se pueden detectar efectos muy pequeños. Los trabajos (Sudarski et al., 2002, 2003) y el posterior (Crichigno and Vucetich, 2007) mos-

traron que varias teorías contradicen el experimento. Finalmente, una demostración general de que violaciones de la invarianza de Lorentz pueden producir efectos gigantescos en experimentos generales se publicó (Collins et al., 2004). En mi opinión, nuestro resultado muestra que sólo teorías muy especiales pueden ser compatibles con el experimento, en particular las que respetan la invarianza de Lorentz.

■ 9. CONCLUSIÓN

El título de esta sección lo dice: así termina, por el momento, la historia que reseño. Me he divertido durante estos años haciendo ciencia y evitando (por todos los medios lícitos) hacer administración. Pues una de las maldiciones que recaen sobre los investigadores en el país es la necesidad de administrar lo que en otros administran las instituciones y eso genera una enorme pérdida de tiempo y esfuerzos que se dedican a tareas marginales a su actividad principal y esto no es diversión ni estrés creativo.

■ REFERENCIAS

- Alessandrini V. , Fanchiotti H., García- Canal C.A., Vucetich H. (1974) *Exact solution of electrostatic problem for a system of parallel cylindrical conductors*. Journal of Applied Physics, **45**: 3649–3661. [10.1063/1.1663832](https://doi.org/10.1063/1.1663832).
- Benvenuto O. G., Horvath J. E., Vucetich H. (1989) *Strange Matter, Detonations and Supernovae*. International Journal of Modern Physics A, **4**: 257–265. [10.1142/S0217751X89000108](https://doi.org/10.1142/S0217751X89000108).
- Benvenuto O. G., Horvath J. E., Vucetich H. (1990) *Strange-pulsar model*. Physical Review Letters, **64**: 713–716. [10.1103/PhysRevLett.64.713](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.64.713).

- Bollini C. G., Giambiagi J. J. (1972) *Lowest order "divergent" graphs in v -dimensional space*. Physics Letters B, **40**: 566–568. [10.1016/0370-2693\(72\)90483-2](https://doi.org/10.1016/0370-2693(72)90483-2).
- Bollini C. G., Giambiagi J. J., González Domínguez A. (1964) *Analytic Regularization and the Divergences in Quantum Field Theories*. Nuovo Cimento, **XXXI**: 550–561.
- Chamoun N., Landau S. J., Mosquera M. E., Vucetich H. (2007) *Helium and deuterium abundances as a test for the time variation of the fine structure constant and the Higgs vacuum expectation value*. Journal of Physics G Nuclear Physics, **34**: 163–176. [10.1088/0954-3899/34/2/001](https://doi.org/10.1088/0954-3899/34/2/001).
- Collins J., Pérez A., Sudarsky D., Urrutia L., Vucetich H. (2004) *Lorentz Invariance and Quantum Gravity: An Additional Fine-Tuning Problem?* Physical Review Letters, **93**(19): 191301. [10.1103/PhysRevLett.93.191301](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.93.191301).
- Crichign P. M., Vucetich H. (2007) *Quantum corrections to Lorentz invariance violating theories: Fine-tuning problem*. Physics Letters B, **651**: 313–318. [10.1016/j.physletb.2007.06.025](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2007.06.025).
- Fanchiotti H., García Canal C. A., Kuz V., Vucetich H. (1980) *A system of parallel conductors in an external field*. Journal of Physics A Mathematical General, **13**: 325–332. [10.1088/0305-4470/13/1/032](https://doi.org/10.1088/0305-4470/13/1/032).
- Giambiagi J. J., Bollini C. G., Vucetich H. (1971) *Regularized non-polynomial lagrangians*. Lettere al Nuovo Cimento, **2**: 493.
- Grinberg H., Marañón J., Vucetich H. (1983) *Atomic orbitals of the nonrelativistic hydrogen atom in a four-dimensional Riemann space through the path integral formalism*. J. Chem. Phys., **78**: 839–844. [10.1063/1.444784](https://doi.org/10.1063/1.444784).
- Grinberg H., Marañón J., Vucetich H. (1983) *The hydrogen atom as a projection of an homogeneous space*. Zeitschrift für Physik C Particles and Fields, **20**: 147–149. [10.1007/BF01573217](https://doi.org/10.1007/BF01573217).
- Grinberg H., Marañón J., Vucetich H. (1984) *Homogeneous canonical formulation of the nonrelativistic hydrogen atom*. Journal of Mathematical Physics, **25**: 2648–2650. [10.1063/1.526494](https://doi.org/10.1063/1.526494).
- Horvath J. E., Vucetich H. (1988) *Oklo phenomenon and the principle of equivalence*. Physical Review D, **37**: 931–933. [10.1103/PhysRevD.37.931](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.37.931).
- Horvath J. E., Benvenuto O. G., Vucetich H. *Nucleation of strange matter in dense stellar cores*. Physical Review D, **45**: 3865–3868, May 1992. [10.1103/PhysRevD.45.3865](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.45.3865).
- Jean M., Campi-Benet X., Vucetich H. *Treatment of pairing correlations without violation of conservation laws*. In Fundamentals in Nuclear Theories, page 807, Vienna, 1967. IAEA.
- Jean M., Campi-Benet X., Vucetich H. (1968) *Isospin and number-conserving treatment of pairing correlations in nuclei*. Nuovo Cimento, **55B**: 185.
- Kraiselburd L., Miller Bertolami M., Sisterna P., Vucetich H. (2011) *Energy production in varying α theories*. Astronomy and Astrophysics, **529**: A125. [10.1051/0004-6361/201015970](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201015970).
- Landau S. J., Vucetich H. (2002) *Testing Theories That Predict Time Variation of Fundamental Constants*. The Astrophysical Journal **570**: 463–469. [10.1086/339775](https://doi.org/10.1086/339775).
- Landau S. J., Sisterna P. D., Vucetich H. (2001) *Charge conservation and time-varying speed of light*. Physical Review D, **63** (8): 081303. [10.1103/PhysRevD.63.081303](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.63.081303).
- G. Lugones, O. G. Benvenuto, H. Vucetich. (1994) *Combustion of nuclear matter into strange matter*. Physical Review D, **50**: 6100–6109. [10.1103/PhysRevD.50.6100](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.50.6100).
- Mosquera M. E., Scóccola C. G., Landau S. J., Vucetich H. (2008) *Time variation of the fine structure constant in the early universe and the Bekenstein model*. Astronomy and Astrophysics, **478**: 675–684. [10.1051/0004-6361:20078605](https://doi.org/10.1051/0004-6361:20078605).
- Orellana R. B., Vucetich H. (1988) *The principle of equivalence and the Trojan asteroids*. Astronomy and Astrophysics, **200**: 248–254.
- Orellana R. B., Vucetich H. (1993) *The Nordtvedt Effect in the Trojan Asteroids*. Astronomy and Astrophysics, **273**: 313–317.
- Orsaria M., Ranea-Sandoval I. F., Vucetich H. (2011) *Magnetars as Highly Magnetized Quark Stars: An Analytical Treatment*. The Astrophysical Journal, **734**: 41. [10.1088/0004-637X/734/1/41](https://doi.org/10.1088/0004-637X/734/1/41).
- Pérez Bergliaffa S. E., Vucetich H., Romero G. E. (1993) *Axioma-*

tic foundations of nonrelativistic quantum mechanics: A realistic approach. International Journal of Theoretical Physics, **32**: 1507–1522. [10.1007/BF00672852](#).

Pérez Bergliaffa S. E., Vucetich H., Romero G. E. (1996) *Axiomatic foundations of quantum mechanics revisited: The case for systems.* International Journal of Theoretical Physics, **35**: 1805–1819. [10.1007/BF02302417](#).

Pérez Bergliaffa S. E., Vucetich H., Romero G. E. (1998) *Steps towards an axiomatic pregeometry of space-time.* International Journal of Theoretical Physics, **37**: 2281. [10.1023/A:1026662624154](#).

Sisterna P., Vucetich H. (1990) *Time variation of fundamental constants: Bounds from geophysical and astronomical data.* Physical Review D, **41**: 1034–1046. [10.1103/PhysRevD.41.1034](#).

Sisterna P. D., Vucetich H. (1994) *Cosmology, oscillating physics, and oscillating biology.* Physical

Review Letters, **72**: 454–457. [10.1103/PhysRevLett.72.454](#).

Sudarsky D. , Urrutia L., Vucetich H. (2002) *Observational Bounds on Quantum Gravity Signals using Existing Data.* Physical Review Letters, **89(23)**: 231301. [10.1103/PhysRevLett.89.231301](#).

Sudarsky D. , Urrutia L., Vucetich H. (2003) *Bounds on stringy quantum gravity from low energy existing data.* Physical Review D, **68(2)**: 024010. [10.1103/PhysRevD.68.024010](#).

Vucetich H. (2011) *Exact Philosophy of Spacetime.* International Journal of Modern Physics D, **20**: 939–950. [10.1142/S0218271811019190](#).

Vucetich H. , Mercader R. C., Lozano G. , Mindlin G. , López García A. R., Desimoni J. (1988) *Mössbauer null red-shift experiment.* Physical Review D, **38**: 2930–2936. [10.1103/PhysRevD.38.2930](#).

■ NOTAS

- 1 Siglas inglesas de *Bardeen-Cooper-Schriiffer* y *Random phase approximation*
- 2 Mejor no pregunten a mis estudiantes sobre mis cualidades didácticas en esa época...
- 3 En este caso, con la inestimable colaboración de C. G. Bollini.
- 4 Esta teoría se desarrolló en los '70 para explicar algunos fenómenos extraños en Física de Partículas Elementales. No sobrevivió a la comparación con el experimento pero algunos de sus métodos fueron adoptados por la Teoría de Cuerdas.
- 5 La leyenda afirma que los jóvenes me propusieron el modelo y que el anciano (yo) contesté "¡Están mamados!". No lo recuerdo, pero...
- 6 Este oxímoron involuntario, se ha transformado en un tema regular de trabajo que se expande y contrae según el progreso o retroceso de las Teorías de Cuerdas y similares.