

**HOMENAJE AL ING. PEDRO VICIEN  
CON REFERENCIAS A LOS SISTEMAS  
PROCOGNITIVOS VISLUMBRADOS  
POR R. BUCKMINSTER FULLER  
Y J. C. LICKLIDER**

*Conferencia pronunciada por el Ing. Horacio C. Reggini  
en la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires,  
en la sesión pública del 26 de octubre de 2010*



## **Presentación**

**por el Académico Titular Dr. Fausto T. Gratton**

El Instituto de Investigación y Desarrollo de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires adhiere a la Sesión Académica de Homenaje al Ing. Pedro Vicien, Académico de Número de la Corporación, fallecido durante el año pasado. El Instituto lo contaba entre sus más distinguidos Miembros Titulares. El Ing. Vicien ingresó a la Academia como Titular en 1985 y desde 1989 hasta 2007 actuó muchas veces en las Mesas Directivas de la institución, casi siempre en funciones de Académico Tesorero o Protesorero.

Durante muchos años, desde la presidencia de la Sección de Ingeniería, Arquitectura y Artes de la Academia el Ing. Vicien llevó a cabo una labor afín con la finalidad central del Instituto, el estudio y promoción de las ciencias naturales y la tecnología. Sus temas preferidos, que cultivó con profundidad, fueron la producción de energía y la termodinámica. Se ocupó también con asiduidad de promover en la Academia eventos de historia de la ciencia, continuando una línea que en esta Academia había comenzado en 1971 un Instituto de Historia de la Ciencia, discontinuado una década más tarde. Organizó numerosos encuentros para establecer puentes para el diálogo entre la ingeniería y las ciencias y entre la tecnología y la cultura. Con frecuencia colaboró con las actividades científicas del Instituto y en tiempos recientes aceptó formar parte del mismo.

Fue tecnólogo, ingeniero, científico y ante todo una persona de intransigente seriedad profesional y profunda honestidad intelectual: en suma un gran caballero. Desde el Instituto de Investigación y Desarrollo lo recordamos con gran estima y afecto.



**HOMENAJE AL ING. PEDRO VICIEN  
CON REFERENCIAS A LOS SISTEMAS  
PROCOGNITIVOS VISLUMBRADOS  
POR R. BUCKMINSTER FULLER  
Y J. C. LICKLIDER**

Ing. HORACIO C. REGGINI

**Resumen**

Conferencia de homenaje al Ing. Pedro Vicien al año de su fallecimiento. El conferencista expuso algunos aspectos del Académico Pedro Vicien, en particular, su actuación en el Instituto de Estudios Interdisciplinarios en Ciencia y Tecnología de la Academia, rememorando la conferencia *R. Buckminster Fuller: a cien años de su nacimiento*, dictada por el conferencista en 1995, sobre los *sistemas procognitivos* aplicados a los procesos de interacción, generación, organización y empleo del conocimiento vislumbrados por R. Buckminster Fuller y Joseph Carl Licklider, en vías de acelerada realización mediante las computadoras modernas.

En primer lugar, considero que es preciso que la imagen de una academia esté inspirada en el respeto y la exaltación de las acciones y virtudes de los académicos que las integraron. Ello implica también una mirada serena, de madurez intelectual y de autoestima de nuestro pasado.

Como en estos momentos la sociedad argentina, y en especial sus jóvenes, reclaman modelos y conductas ejemplares, se torna acuciante recurrir a la luz de los que nos precedieron.

Por eso, en el Bicentenario de nuestra querida tierra que nos ha tocado en suerte vivir, nos cabe a todos la responsabilidad de puntualizar y rescatar a los prohombres que con sus acciones sirvieron a la patria. De allí mi empeño en realizar un breve homenaje al ingeniero Pedro Vicien al cumplirse ya un año de su fallecimiento; mi agradecimiento por invitarme a este acto al presidente académico Hugo

Francisco Bauzá, a todos los académicos y, en particular, al académico Luis De Vedia.

Pedro Vicien nació en Buenos Aires en el año 1917 y se recibió de ingeniero en la Universidad de Buenos Aires, en 1942, contemporáneo del Ing. Hilario Fernández Long, fallecido hace cinco años. A menudo, Vicien nos visitaba al estudio que formamos con Fernández Long, y así lo conocí y trabé amistad con él.

Pedro fue profesor titular de la cátedra Termodinámica y Máquinas Térmicas en la Facultad de Ingeniería de la UBA, director técnico de la entonces Compañía Ítalo-Argentina de Electricidad, integrante del estudio Consular y Administrador General de Agua y Energía. Estuvo estudiando en el Massachusetts Institute of Technology de Boston en 1944-45, período en el que visitó numerosos laboratorios y centrales eléctricas de los Estados Unidos. A su regreso a la Argentina, participó con entusiasmo en las actividades del M.I.T. Club de Buenos Aires, junto a su esposa Rosa Moure de Vicien.

En 1959, gracias a una beca obtenida por concurso y otorgada por la Universidad de Buenos Aires, pude acceder como *visiting scholar* a Columbia University, en New York, e interiorizarme y tomar conciencia de los drásticos cambios que anticipaba la entonces novísima cuestión de las computadoras. Más tarde, en 1964, dedicado a ese tema, fui invitado a participar en actividades del M.I.T. gracias a una iniciativa justamente del ingeniero Pedro Vicien, circunstancias que se han extendido por varios años y que siempre le agradecí.

Pedro fue recibido en el seno de esta academia en 1985 y disertó en la ceremonia de su incorporación en 1988 sobre el tema “La energía. Desarrollo histórico del concepto y aspectos de su significado”.

Más tarde dedicó parte de su energía al entonces denominado Instituto de Estudios Interdisciplinarios en Ciencia y Tecnología de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, que, según sus estatutos, en el Capítulo II: “Finalidades y actividades”, dice con sabiduría en el artículo 30, Fines, Inciso b): Promover y difundir investigaciones científicas y técnicas especialmente en el campo interdisciplinario.

Pedro me invitó el 13 de septiembre de 1995 a pronunciar en este mismo lugar una conferencia de homenaje a R. B. Fuller titulada “*R. Buckminster Fuller: a cien años de su nacimiento*”, que deseo ahora rememorar en honor a Pedro Vicien, ya que su contenido coincidía con sus pensamientos y los de la Academia.

Richard Buckminster Fuller nació en Milton, Mass., en 1895, y murió en 1983. Demostró un poder de inventiva excepcional como

diseñador de nuevas ideas y máquinas. Fue un autodidacta en el más completo sentido de la palabra. En 1962, Harvard University lo honró con la designación Charles Eliot Norton, Professor of Poetry. La palabra “poeta” de esa cátedra designa a una persona que “*puts things together*” en una era de gran especialización, donde la mayoría de las personas se diferencian por “*taking things apart*”.

Fuller partió siempre de la premisa de que un enfoque original conduce a la innovación tecnológica y que la creatividad humana es ilimitada. En consecuencia, pensaba que el avance tecnológico, si no era frenado o distorsionado

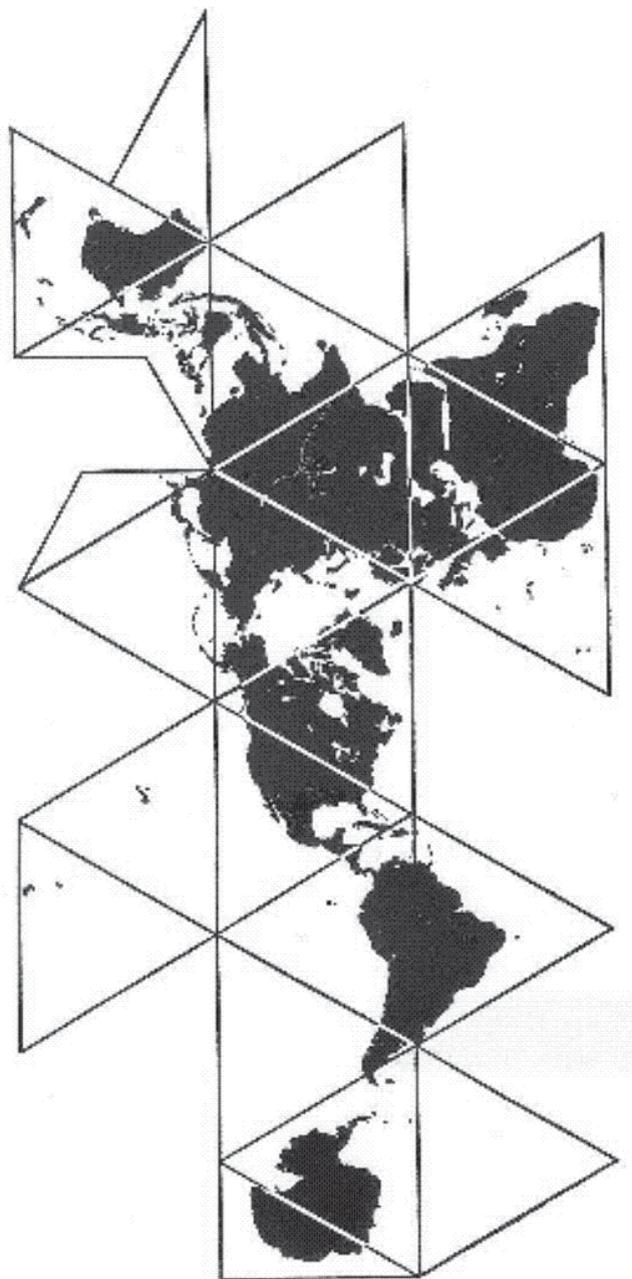
por prejuicios convencionales, podía proporcionar a los seres humanos una vida más plena, y que los límites de los recursos terrestres podían ser sobrepasados gracias a inventos capaces de proveer otras alternativas de resultados más eficaces y al mismo tiempo con requerimientos de menor consumo de materiales.

Fuller obtuvo alrededor de dos mil patentes y escribió veinticinco libros, incluyendo el *Operating Manual for Spaceship Earth* (1969), de enorme éxito. Fue un conferencista famoso, requerido siempre por los más diversos círculos. Sus ideas fueron por muchos años ignoradas, ya que no se tomaron en consideración de inmediato. Para expresar sus puntos de vista y sus descubrimientos, creyó necesario inventar modos de expresión y vocabulario propios. Por ejemplo, cuando inventó una configuración de triángulos para mostrar en el plano sin excesivas distorsiones la superficie de nuestro planeta Tierra, la designó Dymaxion Map (Fig. 2). Uno de sus primeros inventos fue la Dymaxion House de 1927 (Fig. 3) fácil de armar y desarmar, de poco peso y costo, que se sostenía de un núcleo central. En 1933, construyó el Dymaxion Car (Fig. 4).

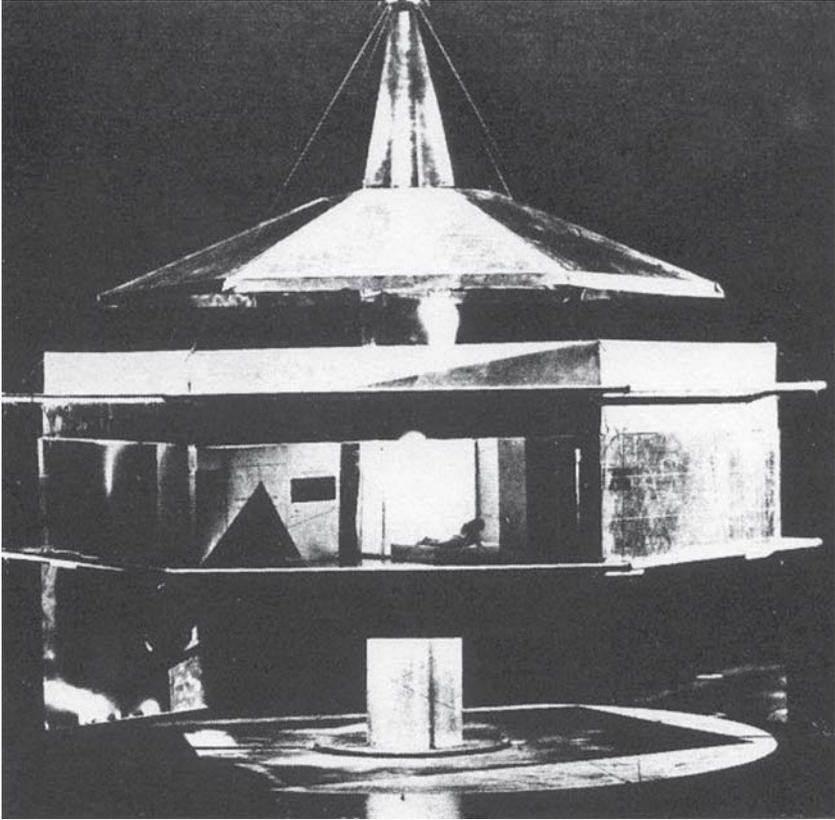
En 1959, mientras me hallaba en New York asistiendo en Columbia University a cursos de ingeniería estructural y computadoras, escuché atentamente, en la American Society of Civil Engineers, una conferencia de R. Buckminster Fuller. En cierto momento de su



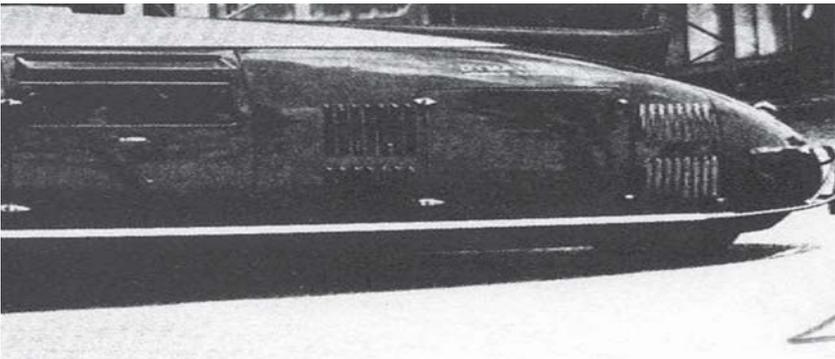
Fig. 1. R. Buckminster Fuller



*Fig. 2.* Dymaxion Map



*Fig. 3. Dymaxion House; Chicago, Illinois, 1927*



*Fig. 4. Dymaxion Car, 1934. Chicago World Fair*

extensa charla, dijo: “*knowledge will no longer go to the craftsman: it will go to the tools*”. Fuller anticipaba en ese entonces, con su clarividencia, que en el futuro el conocimiento no iría a las personas, sino a las herramientas. Aunque él no expresara exactamente la idea, luego de muchos años, quiero reconocer en sus palabras de ayer la nueva aventura de la humanidad de hoy: la posibilidad de poder albergar cada día más conocimiento en las memorias de las computadoras y, fundamentalmente, poder transferirlo de manera cada vez más automática a las aplicaciones. Esa es, en síntesis, la virtud y maravilla de los programas y sistemas de computación en multitud de aplicaciones en todas las áreas del saber.

## **La interacción con el conocimiento**

En su libro *Education Automation* (pág. 85), Fuller escribe esta importante frase: “*Data no longer goes to the craftsman; it goes to the tools*”.

Creo necesario extenderme sobre el significado de la expresión anterior y el modo distinto de interacción con el saber gracias al advenimiento de las computadoras. Y en ese sentido, paso a analizar algunos aspectos teóricos de la adquisición, la estructuración y la aplicación del conocimiento.

Joseph Carl Licklider, en un magnífico libro escrito en la década de 1960, llamado *Libraries of the Future*, anticipaba nuevos sistemas que facilitarían los procesos de generación, organización y uso del conocimiento, que denominó *sistemas procognoscitivos o procognitivos*. Licklider explicaba: la adquisición de conocimiento comprende la representación y el registro de acontecimientos, así como también una actividad de selección orientada a partir del conocimiento previo, y tareas de análisis y de organización que se relacionan con el incremento del *corpus* del conocimiento. Al pensar en nuevos sistemas, Licklider contemplaba la posibilidad de desarrollar interacciones más eficientes entre el proceso de adquisición del conocimiento y su incorporación al preexistente. Con respecto a las aplicaciones, señalaba que en los sistemas procognitivos deseables, serían necesarios canales de flujo de información más directos que los actuales; canales controlados por las personas pero que no serían las personas en sí mismas. Debería ser posible transferir los conocimientos necesarios directamente desde el *corpus* del saber a una aplicación específica. Esa transferencia debería poder ser requerida y controlada

mediante un proceso que involucrara una prescripción inicial, criterios de prueba y una adecuada regulación humana. Licklider puntualizaba que no parecía aconsejable organizar y explotar el *corpus* del conocimiento pasando su contenido a través del cerebro humano, y que la gente podría manejar mejor la mayor parte de su interacción con el conocimiento si controlaba y monitoreaba el procesamiento de la información, en lugar de manejar personalmente todo en sus más ínfimos detalles. El usuario de un sistema procognitivo se asemejaría a un ejecutivo o director. Ciertamente, al conducir una aplicación, debería leer, interpretar y decidir, pero no tendría que hacer toda la búsqueda y la transformación de la información, ni otras tareas rutinarias que pudieran entorpecer su pensamiento y acción.

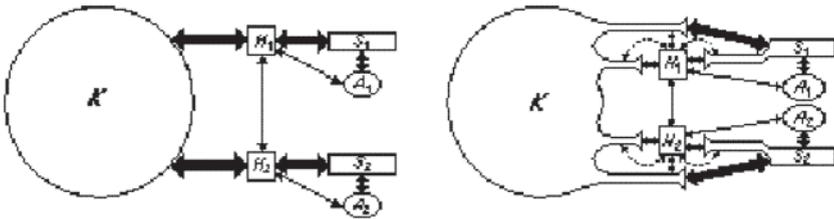


Fig. 5. La figura de la izquierda muestra cómo se ha utilizado el corpus del conocimiento, designado por el círculo K, hasta ahora. La aplicación A1 es conducida por una persona H1 que opera por medio de un sistema de aplicación S1. Toda la información fluye a través de la persona.

A la derecha, cómo se utilizaría el corpus del conocimiento si interactuase por medio de un sistema procognitivo con las personas y sus sistemas de aplicación. Las líneas de puntos significan conexiones de control. Son suficientes pequeñas cantidades de información para dirigir la selección y la transferencia adecuada de grandes cantidades de información sustancial. Las personas funcionan ahora esencialmente como directores y no como transmisores o transformadores de información.

Por supuesto, no hemos alcanzado aún las metas de mayor envergadura de los sistemas procognitivos teóricos de Licklider, pero todo indica que la interacción con el conocimiento registrado avanza en la dirección descrita. Los programas de computadoras, los bancos de información y los avances de las telecomunicaciones que han proliferado en escala planetaria constituyen experiencias a tener en cuenta en el camino hacia verdaderos y completos sistemas procognitivos.

Estas herramientas están produciendo, en general, cambios en el estilo y la naturaleza de las profesiones, de la investigación cien-

tífica y de la educación. En estos sistemas, una persona frente a la pantalla de la computadora puede tener acceso a información ligada a uno de los temas en ella presentados con sólo señalarlo. La computadora encontrará la información pertinente y facilitará indagaciones sucesivas. La característica de esta interacción es la habilidad de utilizar un medio (“navegar” por él) de una manera no-secuencial. Una idea o una imagen pueden dar lugar a muchas ideas o imágenes, que a su vez dan origen a otras. La mente humana no sigue un camino invariable ante un acontecimiento dado, y dos mentes distintas, ante el mismo suceso, dan lugar a asociaciones raramente iguales, que hoy en día los hipertextos o hipermedios ayudan a realizar.

## **La práctica profesional**

Las consideraciones expuestas sobre transferencia de inteligencia a las máquinas se relacionan vivamente con la investigación científica y la práctica profesional. Por ejemplo, el ingeniero de hace algunas décadas, con el manual en una mano y con la regla de cálculo en la otra, deducía dimensiones, etcétera. Todos los pasos estaban en su cabeza. Con la aparición de las calculadoras, primero mecánicas y luego eléctricas, los ingenieros pudieron realizar cálculos más precisos. La etapa numérica aparecía casi desligada de la de diseño y la totalidad de la secuencia de operaciones recaía en los proyectistas o sus asistentes. En la década de 1960, las computadoras comenzaron a ser utilizadas en la ingeniería, con frecuencia trasladando inadecuadamente las metodologías ya conocidas. Por ejemplo, se usaban sólo para resolver ecuaciones, que previamente se planteaban a mano. En términos de los sistemas procognitivos que comentamos antes, no se utilizaba la potencia y capacidad de las nuevas máquinas para organizar todo el proceso de análisis trasladando convenientemente las leyes de la ingeniería a programas globales; se seguía, en cierta forma, un proceso similar al que aconteció cuando se inventó el cinematógrafo, que fue al comienzo sólo *teatro fotografiado*. Se ponía la cámara apuntando fijamente a un escenario teatral, y así se hicieron las primeras películas cinematográficas. Sólo al cabo de algún tiempo, los artistas se percataron de que estaban frente a un nuevo arte con características y posibilidades diferentes.

Poco a poco, los ingenieros fueron aceptando los programas y lenguajes específicos para distintos estudios y proyectos. Esos sistemas contenían las normas del arte y los reglamentos en vigencia a fin

de trasladar ese *corpus* especializado de conocimiento a cualquier caso particular. Como lo vislumbraba Fuller –y lo comprendió también Vicién–, el caudal de conocimiento necesario para un proyecto no debía pasar, en todo su minucioso proceso de transformación, análisis y síntesis, por la mente del ingeniero; bastaba con especificar las condiciones particulares, ya que del conocimiento instrumental requerido podía hacerse cargo el sistema. Esa modalidad de uso fue impulsada por investigadores del Massachusetts Institute of Technology, que conocí en detalle entre 1964 y 1966. Tales trabajos de investigación y desarrollo se realizaban allí dentro de un plan global de implementación de las computadoras en diversas áreas del saber, denominado M.A.C. (*machine aided cognition*) Project.

Esas ideas se extienden actualmente al diseño y a la construcción de objetos o *máquinas inteligentes* que, gracias a programas de computación integrados en sus mecanismos, adoptan y cumplen tareas que, si son realizadas por humanos, las designamos inteligentes. El concepto de máquinas inteligentes da origen a la idea de objetos inteligentes.

## **Domos. Estructuras geodésicas**

Fuller fue el impulsor de las estructuras espaciales poliédricas. Las estructuras geodésicas desarrolladas por Fuller a fines de la década de 1940 encerraban el mayor volumen posible en relación con el material utilizado, y fueron sin duda la innovación estructural más importante del siglo XX. Esa área de la ciencia y la tecnología se denomina poliédrica: tema interdisciplinario, antiguo y atractivo, que hoy está siendo revitalizado por numerosos estudios de química molecular, morfología de virus, cristalografía, etcétera.

La poliédrica se ubica, además, dentro del marco de las “ciencias del diseño”: *Design Science*, como la denominaba Fuller. Según Arthur L. Loeb –gran amigo de Fuller–, ella comprende “la gramática del espacio”.

Estamos habituados a pensar al “espacio” como algo vacío, inconsistente, carente de todo, y donde reina la nada; es por eso que parece absurdo decir que el espacio posee propiedades específicas. Loeb, en su libro *Space Structures*, dice: “el espacio no es un vacío pasivo, sino que tiene propiedades que imponen vínculos poderosos a cualquier estructura que habite en él. Estos vínculos son independientes de fuerzas interactivas, son esencialmente geométricos en su natu-

raleza”. Una de las leyes que rigen en el espacio tridimensional es la conocida fórmula para todo poliedro: *El número de caras más el número de vértices es igual al número de aristas más dos.*

Los dos modelos clásicos de pelotas de fútbol (Fig. 6) que se aproximan a la forma esférica son:

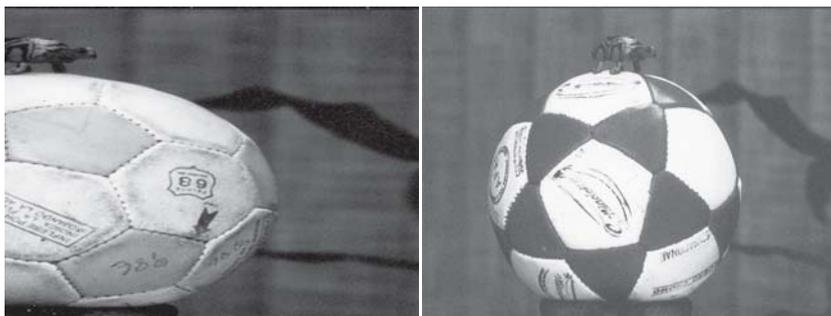


Fig. 6. Pelotas de fútbol

1. El Icosaedro truncado, formado por 20 caras hexagonales + 12 caras pentagonales, con 60 vértices y 90 aristas. Se construye a partir del Icosaedro, que posee 20 caras triangulares, con 12 vértices y 30 aristas, truncado en sus vértices (Fig. 7).

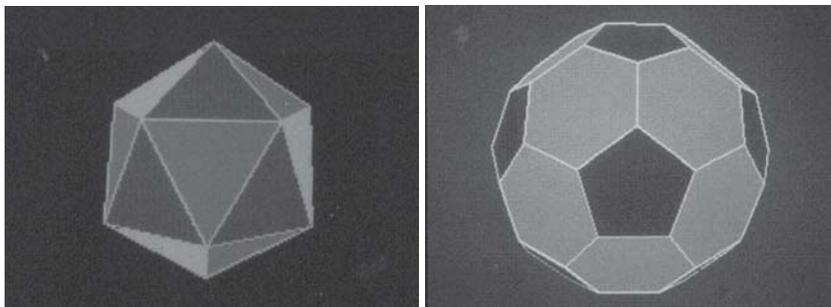
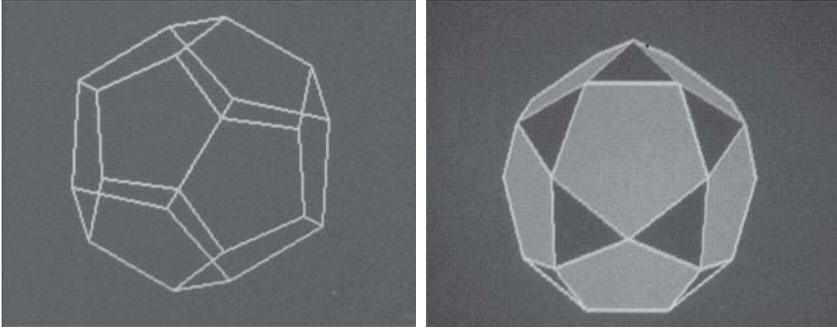


Fig. 7. Icosaedro e Icosaedro truncado

2. El Dodecaedro truncado o Icosidodecaedro, formado por 12 caras pentagonales + 20 caras triangulares, con 30 vértices y 60 aristas. Se construye a partir del Dodecaedro, que posee 12 caras triangulares, con 20 vértices y 30 aristas, truncado en sus vértices (Fig. 8).

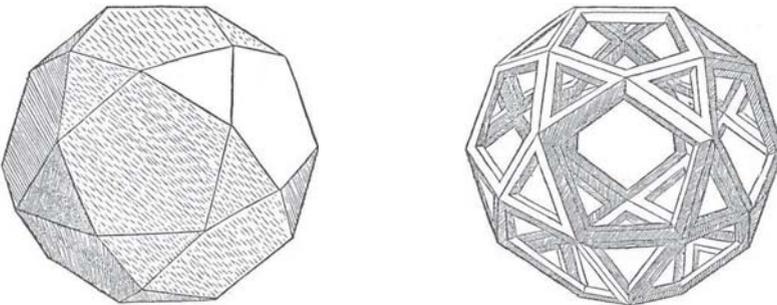


*Fig. 8. Dodecaedro y Dodecaedro truncado*

Ambas figuras de la pelota de fútbol aparecen publicadas en el famoso libro *La divina proporción* de Luca Pacioli, con ilustraciones de Leonardo da Vinci, bajo los títulos en latín *Icosahedron abscisum solidum* y *Icosahedron abscisum vacuum* (Fig. 9) y *Dodecahedron abscisum solidum* y *Dodecahedron abscisum vacuum* (Fig. 10).



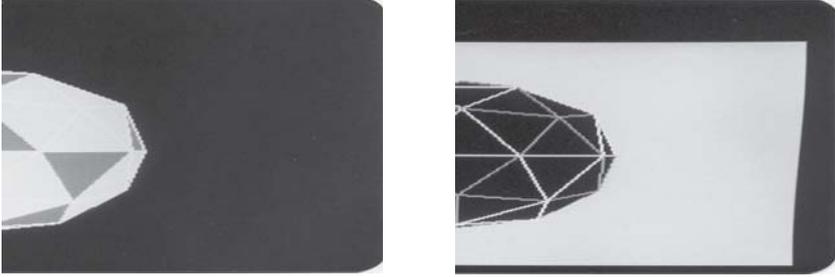
*Fig. 9. Icosahedron abscisum solidum et vacuum*



*Fig. 10. Dodecahedron abscisum solidum et vacuum*

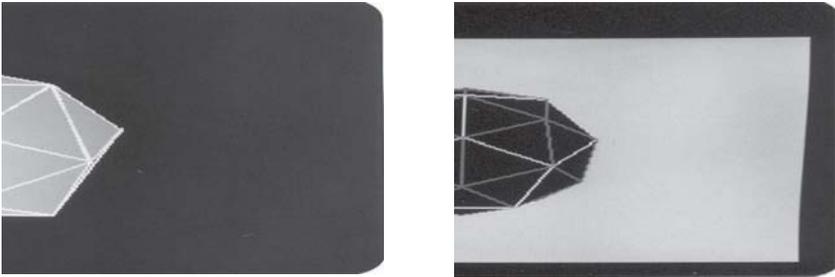
Fuller tuvo la idea de triangularizar todas las caras de las formas poliédricas y así obtuvo las estructuras denominadas por él:

F2-C1, a partir del icosidodecaedro, resultando una estructura de 80 caras triangulares, 42 vértices y 120 aristas (Fig. 11).



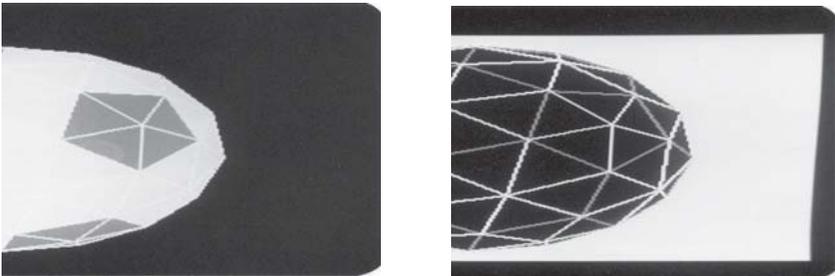
*Fig. 11.* Fuller's F2-C1

F2-C2, a partir del dodecaedro, resultando una estructura de 60 caras triangulares, 32 vértices y 90 aristas (Fig. 12).



*Fig. 12.* Fuller's F2-C2

F3-C1, a partir del icosaedro truncado, resultando una estructura de 180 caras triangulares, 92 vértices y 270 aristas (Fig. 3).

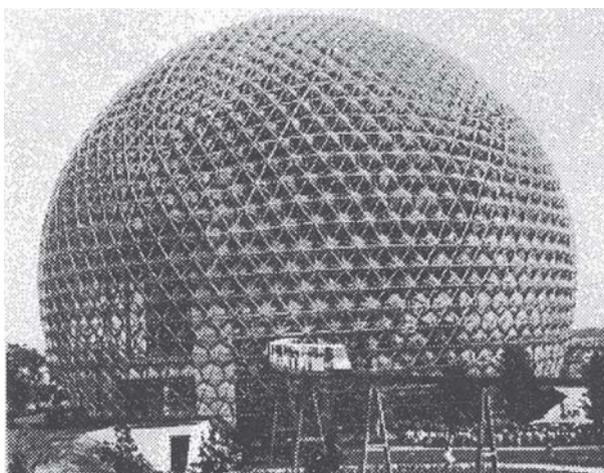


*Fig. 13.* Fuller's F3-C1

Fuller siempre concretó sus grandes ideas en grandes realizaciones. A él se deben los “domos geodésicos” que construyó para diversas aplicaciones (Figs. 14 y 15) y le brindaron gran fama. El “Geodesic Dome” fue proyectado por Fuller después de la Segunda Guerra Mundial. Se trató de una construcción modular, de bajo costo, con una forma extremadamente eficaz para cubrir grandes luces, con el



*Fig. 14.* Fuller's dome



*Fig. 15.* Fuller's domes

empleo, al comienzo, de caras de cierre poligonales de bambú, madera, plástico, aluminio o cartón. Cubría un espacio amplio sin columnas o elementos de sostén internos y el tiempo de construcción era corto en comparación con estructuras tradicionales. Tuvo éxitos repetidos en varias exposiciones internacionales, y los más pequeños eran trasladados y montados mediante helicópteros.

Hace algunos años, se descubrió una nueva forma molecular del carbono, en adición a las formas correspondientes al diamante y al grafito, que se la denominó, en honor a Buckminster Fuller: *Buckminsterfullerene C60-B*.

Fuller estaba convencido acerca de la conveniencia de facilitar el desplazamiento de las personas; muchos de sus inventos estuvieron dirigidos a reducir o eliminar barreras a la movilidad.

Desde 1959 fue profesor de *Design Science* y profesor emérito de la Southern Illinois University. El 22 de abril de 1961 pronunció una larga conferencia ante el “planning committee” de la Southern Illinois University, trasladada luego al libro *Education Automation*. Fue una especie de confesión de su credo, una exposición de sus descubrimientos, una crítica de la sociedad y una afirmación de su pensamiento en relación con la educación. Él decía que en su vida “había aprendido mucho, pero que no sabía tanto” y “que todo lo que había aprendido había sido por prueba y error”. En ese libro, Fuller escribió (pág. 51): “*What we want is the man who gets the fundamental concept, the information significance and can do some comprehensive thinking regarding that information. He will put the data into the information machines, and it will be processed by automation into physical realization of this effective thinking*” (Lo que deseamos es una persona que entienda los conceptos fundamentales, la significancia de la información y que pueda pensar comprensivamente acerca de esa información. Ella pondrá los datos en las máquinas de información, que harán posible la materialización de su pensamiento efectivo).

Tengo la certeza de que Pedro Vicien entendía los conceptos que he expuesto brevemente y que yo pregonaba de continuo, por lo cual me invitó a charlar sobre ellos, y lo he hecho hoy nuevamente con cariño, en honor a su memoria.