



futuro

21.07.01

El Big Bang, Dios y esas cuestiones

Si por algo se preguntaron todas las culturas es por la arquitectura del cosmos. Y las explicaciones cosmológicas se han sucedido de modo más o menos eficaz, algunas fueron más o menos bellas, más o menos lógicas, desde las cosmogonías griegas hasta el Big Bang. En esta edición,

Futuro reproduce algunos de los fragmentos de la quinta reunión del Ciclo de Charlas de Café Científico en el que los físicos Diego Harari y Leonardo Levinas se refirieron a algunas de las cosmologías creadas por los hombres y a las teorías aceptadas por la ciencia del siglo XXI.

Andrómeda, una galaxia vecina y caníbal

POR MARIANO RIBAS

Está a casi 3 millones de años luz, bastante poco en términos intergalácticos y, a simple vista, no es más que un pálido manchón de luz. Sin embargo, Andrómeda es una fabulosa isla de estrellas, enorme, elegante y espiralada. Su demoledora belleza la ha convertido en uno de los objetos más fotografiados del cielo nocturno, y su imagen aparece en casi todos los libros de astronomía. Su forma y sus dimensiones la convierten en una versión ampliada de nuestra propia galaxia, una suerte de hermana mayor. Y los hermanos suelen parecerse: durante los últimos años, los científicos han descubierto que la Vía Láctea es una galaxia canibal, un monstruo que, sin ningún empacho, se ha devorado —y seguirá devorándose— a otras galaxias más pequeñas. Y parece que Andrómeda, no se queda atrás: un grupo de astrónomos acaba de anunciar que muy lentamente nuestra vecina se está tragando a sus dos pobres galaxias satélites. Es lógico, porque la gravedad manda en el universo y el canibalismo galáctico parece ser moneda corriente.

CAMINO AL DESCUBRIMIENTO

A fines del año pasado, cinco astrónomos —un francés, una holandesa, un australiano y dos ingleses— unieron fuerzas y se pusieron a trabajar con el telescopio Isaac Newton, instalado en el Observatorio Roque de los Muchachos, en las Islas Canarias. La idea era realizar un

detallado relevamiento fotográfico de la galaxia Andrómeda, especialmente de sus zonas externas. Para eso contaban con una sofisticada cámara digital, anexada al telescopio. Después de varias noches de paciente tarea, Rodrigo Ibata (del Observatorio de Estrasburgo, Francia) y sus colegas juntaron cincuenta imágenes parciales y las ensamblaron, formando una detalladísima panorámica de una mitad de Andrómeda y su halo (esa sutil estructura que envuelve, como una cáscara, al cuerpo principal de la galaxia). Como Andrómeda está relativamente cerca, el telescopio y la cámara desmenuzaron su estructura general en millones y millones de estrellas individuales. Y en principio, la panorámica obtenida era exactamente eso: un mar de estrellas. Sin embargo, en medio de ese caos de puntitos, Ibata y los suyos lograron detectar algo sumamente curioso en el halo de Andrómeda.

ESTRELLAS ROBADAS

Al igual que la Vía Láctea, Andrómeda tiene dos pequeñas compañeras: M 32 y NGC 205. Son dos galaxias enanas, de poca importancia, pero están a escasos 30 mil años luz de su galaxia madre, a la que están ligadas gravitacionalmente. Tan cerca están del centro de Andrómeda, que prácticamente se confunden con sus suburbios. Y por ahí viene la cosa. Resulta que cuando Ibata y su equipo estaban examinando una porción del halo de Andrómeda, se encontraron con algo bastante raro: un puente de estrellas que parecía estar conectado a la pequeña M 32. Ese cordón unía a las dos galaxias. Podía tratarse de una alineación caprichosa, pero los astrónomos encontraron otra muy buena pista: químicamente, esas estrellas son diferentes a las de su entorno, pero se asemejaban mucho a las estrellas de M 32 (un dato crucial que pudo

deducirse a partir del análisis espectral de su luz). Entonces, la conclusión parecía obvia: gracias a su titánica fuerza de gravedad, Andrómeda le está robando estrellas a su compañera. Y después de sucesivos desgarrs gravitacionales, a lo largo de millones y millones de años, la gran galaxia espiral terminará por tragarse completamente a la indefensa M 32. Ibata lo resume con toda claridad: "evidentemente, esa galaxia enana se está muriendo en el halo de Andrómeda, y no hay vuelta atrás".

CANIBALISMO Y EVOLUCION GALACTICA

Así es: Andrómeda se está devorando a M 32. Y según parece, NGC 205 también formaría parte de su bestial banquete, porque se han encontrado otras estrellas que la unen al halo esférico de nuestra vecina canibal, y otras, con las mismas características, que ya están mezcladas con la población típica de Andrómeda. El cuadro que surge a partir del trabajo de Ibata y su equipo —recientemente publicado— encaja a la perfección con los modelos que describen el crecimiento y la evolución de las grandes galaxias. Al parecer, estas enormes islas de estrellas —como Andrómeda— van creciendo a medida que capturan, desarmar e incorporan a otras galaxias menores. Con el tiempo, esas poblaciones de estrellas robadas pasan a integrar sus halos. De hecho, los astrónomos han descubierto que en el halo de nuestra propia Vía Láctea existen

poblaciones de estrellas extravagantes, que poco tienen que ver con las demás estrellas de la galaxia: sus composiciones químicas difieren, y sus extraños y desordenados movimientos delatan un origen extragaláctico, como si hubiesen sido arrancadas de otro lado. "Los halos son tachos de basura estelares: allí uno puede encontrarse

con todo lo que una galaxia se ha devorado", dice Ibata. Esos restos fósiles cósmicos tienen mucho que decir. Por lo tanto, el meticuloso examen de los halos de la Vía Láctea, Andrómeda, y muchas otras grandes galaxias espirales, podría arrojar luz sobre sus pasados y sus sucesivos actos de canibalismo.

EL CHOQUE FINAL

Mientras Andrómeda recién comienza a saborear a sus dos víctimas de turno, la Vía Láctea está en pleno festín: ahora mismo se está devorando a la galaxia enana de Sagitario, una malograda isla de estrellas que se ubica del otro lado del centro galáctico. Y todo indica que en unos cientos de millones de años se tragará completas a las Nubes Mayor y Menor de Magallanes, sus pequeñas galaxias satélites. Así, después de sucesivos banquetes, las dos grandes hermanas del vecindario crecerán y crecerán, inevitablemente. Pero esa misma fuerza de gravedad que las convierte en bestias terribles, sellará su destino: actualmente se están acercando a unos 500 mil kilómetros por hora, y dentro de tres mil millones de años se encontrarán en un abrazo fatal. ¿Quién ganará? Probablemente ninguna. El resultado del espectacular encontronazo será una nueva supergalaxia, probablemente de forma elíptica, a la que bien podríamos llamar Vía Andrómeda. Será el final de una larga y compleja historia de canibalismo galáctico. Una más.

El Big Bang, Dios y esas cuestiones

"La gloria de quien mueve todo el mundo el universo llena, y resplandece en unas partes más y en otras menos.

En el cielo que más su luz recibe estuvo, y vi unas cosas que no puede ni sabe repetir quien de allí baja"

Canto 1 del Paraíso, *Divina Comedia*, Dante Alighieri (Cátedra, Madrid, 1999)

POR MARTIN DE AMBROSIO

En el siglo XIX, el astrónomo y matemático francés Pierre Simon Laplace sometió a consideración de Napoleón I su *Mecánica Celeste*. El emperador estaba al tanto de que no se mencionaba al Creador en el libro y le preguntó a Laplace cómo era que Dios no aparecía en su tratado, a lo que el científico respondió "no he tenido necesidad de esa hipótesis".

Por cierto, los constructores de mitos no se pensaban a sí mismos como tales, sino que eran, como cualquier sacerdote de buena fe, portavoces de la verdad revelada, no científicos que tienen hipótesis y que luego las contrastan. Justamente, la cosmogonía contemporánea es un conjunto de conocimientos científicos sometidos casi permanentemente a revisión, contrastación y refutación.

El mismísimo Big Bang, la descripción *standard* del universo a partir de los instantes inmediatos al fabuloso "tiempo cero" original que habría sido el comienzo de todo, aunque abrumadoramente mayoritaria, no tiene la contundencia y el consenso absoluto de la Teoría de la Relatividad, la cuántica o la termodinámica. Y en cierta forma es elegante que sea así: esa falta de certidumbre total es una de las características que diferencia al conocimiento cosmológico actual de los precedentes y en general al conocimiento científico de cualquier dogmatismo.

"Universo, dioses y hombres: historias cosmológicas" fue el título de la quinta reunión del Ciclo de Charlas de Café Científico, organizado por el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires en la Casona del Teatro, que contó con las exposiciones de los físicos Leonardo Levinas del Instituto de Astronomía y Física del Espacio de la UBA, y Diego Harari del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Además, hizo las veces de moderador el físico argentino radicado en Francia Pablo Jensen, que cuenta con gran experiencia en el género "café científico" porque es uno de los organizadores desde 1997 de los encuentros de Lyon, uno de los más renombrados de Europa.

El próximo café científico argentino será el 21 de agosto y el tema, Proyecto Genoma Humano.

HOMBRES Y DIOS EN LA PICOTA

Leonardo Levinas: "El tema de esta noche es todo. Se proponen historias cosmológicas y habría que empezar definiendo a esta palabra griega. Cosmología reúne dos palabras: "logos", que significa razón, palabra y entendimiento; y "kosmos", que originariamente significaba "orden de los ejércitos, orden de la danza" y luego "orden de la polis" y de allí derivó a la naturaleza, en tanto que "orden de la naturaleza". Aunque los físicos de ahora la usamos como sinónimo de universo, el uso exacto sería "orden del universo" o "universo, en tanto ordenado".

Esa sería la tarea de la razón, ordenar. El objeto de la ciencia cosmológica es el mayor de todos, es la totalidad, lo que abarca a todos los objetos. Las visiones que el hombre ha tenido sobre el cosmos han dependido de lo social, siempre han estado pegadas a los contextos de las sociedades. Algunos asuntos y fenómenos que nuestra sociedad atiende, algunas otras no los han atendido, entonces su "cosmos" era diferente. Ese universo nos resultaría inconcebible, del mismo modo que el nuestro sería inconcebible para ellos. Pero, por otro lado, hay algo

común a todas las cosmologías: presuponen una objetividad, una independencia de la propia sociedad. Una vez reconocido un fenómeno, es independiente. La definición de la naturaleza es que es lo otro de lo social, la tierra siempre será algo distinto de la sociedad, se mueva o no.

El ente que ha sido fundamental en la constitución de esas cosmologías es Dios. En muchas de estas explicaciones se pone a Dios, con efectos sobre la realidad y también con el conocimiento de esa realidad. Tal vez de ahí provengan los problemas con las ciencias. Pero luego de que Galileo, como creyente, planteó una dicotomía se acabó la influencia de Dios en la interpretación de los fenómenos naturales. Según Galileo, había dos libros: uno, las Sagradas Escrituras, que estaba dirigido al corazón; y el otro, el libro de la Naturaleza —escrito en caracteres matemáticos y geométricos—, dirigido a la razón. Uno debía ser analizado por la ciencia, y el otro por la fe, y no había intervención de la religión en la Naturaleza.

Los griegos —después de todo los inventores de la razón—, marcaron un momento importante: identificaron que los movimientos ordenados del cosmos ordenado debían ser coherentes. Y pensaron que debía tratarse de algo perfecto, y la perfección geométrica tenía que ver con el círculo, que consideraban perfecto. Con esa premisa se hicieron vastos intentos de explicar todos los movimientos como circulares. Esos hicieron los astrónomos durante dos mil años influidos por Platón y Aristóteles. Hasta que llegó Kepler y planteó las órbitas elípticas.

Otra visión griega fue la de Aristóteles, cuyo Dios era perfecto y descripto en función de su cosmología; no vive en ningún lugar, tiene una existencia en la que lo único que hace es pensarse a sí mismo, piensa su perfección en un único acto, y sólo piensa su perfección. Si pensase el mundo, pensaría en movimientos, y el movimiento por más perfecto que fuese involucra el tiempo y el cambio. Y lo perfecto no puede cambiar. Este Dios no conoce el mundo del cual es Dios. Este universo aristotélico no tiene Big Bang, no tiene principio, es diferente a la linealidad judeocristiana, que tiene un principio, y es esa linealidad la responsable de que nos cueste pensar un universo sin principio, pero —y esto es interesante—, no tanto pensar su infinitud hacia el futuro.

Ese tiempo está ligado a un Dios de la creación, pero por lo visto este Dios tiene alguna imperfección. Eso lo reconoció el mismo San Agustín, que con honestidad preguntaba: ¿qué estaba haciendo Dios antes de crear al mundo? ¿No cambió Dios, al crear el mundo? La solución de compromiso de San Agustín fue asegurar que Dios siempre estuvo fuera del tiempo, y entonces es siempre igual a sí mismo, y al crear al mundo también creó el tiempo. Esa cosmología tiene que ser finita en el tiempo, tiene que tener comienzo, para darles una intervención a los dioses creadores.

EN EL NOMBRE DEL BIG BANG

Diego Harari se refirió a los conceptos del modelo cosmológico de la física contemporánea, que es el modelo del Big Bang. "La física contemporánea en relación con la descripción del cosmos recién desde 1930 se empieza a parecer al resto de la física como disciplina científica. Hasta hace muy poco, hasta 1930, las respuestas de la física eran demasiado especulativas; en realidad, eran tan especulativas, como cualquiera de los grandes mitos cosmogónicos. Pero ahora la situación es diferente y, en cierto modo, la cosmología puede dar respu-



Andrómeda, una galaxia vecina y canibal

POR MARIANO RIBAS

Está a casi 3 millones de años luz, bastante poco en términos intergalácticos y, a simple vista, no es más que un pálido manchón de luz. Sin embargo, Andrómeda es una fabulosa isla de estrellas, enorme, elegante y espiralada. Su demoliadora belleza la ha convertido en uno de los objetos más fotografiados del cielo nocturno, y su imagen aparece en cada uno de los libros de astronomía. Su forma y sus dimensiones la convierten en una versión ampliada de nuestra propia galaxia, una suerte de hermana mayor. Y los hermanos suelen parecerse: durante los últimos años, los científicos han descubierto que la Vía Láctea es una galaxia canibal, un monstruo que, sin ningún empacho, se ha devorado –y seguirá devorándose– a otras galaxias más pequeñas. Y parece que Andrómeda, no se queda atrás: un grupo de astrónomos acaba de anunciar que muy lentamente nuestra vecina se está tragando a sus dos pobres galaxias satélites. Es lógico, porque la gravedad manda en el universo y el canibalismo galáctico parece ser moneda corriente.

CAMINO AL DESCUBRIMIENTO

A fines del año pasado, cinco astrónomos –un francés, una holandesa, un australiano y dos ingleses– unieron fuerzas y se pusieron a trabajar con el telescopio Isaac Newton, instalado en el Observatorio Roque de los Muchachos, en las Islas Canarias. La



idea era realizar un detallado relevamiento fotográfico de la galaxia Andrómeda, especialmente de sus zonas externas. Para eso contaban con una sofisticada cámara digital, anexada al telescopio. Después de varias noches de paciente tarea, Rodrigo Ibaña (del Observatorio de Estrasburgo, Francia) y sus colegas juntaron cincuenta imágenes parciales

ESTRELLAS LABADAS

Al igual que la Vía Láctea, Andrómeda tiene dos pequeñas compañeras: M 32 y NGC 205. Son dos galaxias enanas, de poca importancia, pero están a escasos 30 mil años luz de su galaxia madre, a la que están ligadas gravitacionalmente. Tan cerca están del centro de Andrómeda, que prácticamente se confunden con sus suburbios. Y por ahí viene la cosa. Resulta que cuando Ibaña y su equipo estaban examinando una porción del halo de Andrómeda, se encontraron con algo bastante raro: un puente de estrellas que parecía estar conectado a la pequeña M 32. Ese cordón unía a las dos galaxias. Podría tratarse de una alineación caprichosa, pero los astrónomos encontraron otra muy buena pista: químicamente, esas estrellas son diferentes a las de su entorno, pero se asemejaban mucho a las de las estrellas de M 32 (un dato crucial que pudo

deducirse a partir del análisis espectral de su luz). Entonces, la conclusión parecía obvia: gracias a su titánica fuerza gravitacional, Andrómeda le está robando estrellas a su compañera. Y después de sucesivos desgarras gravitacionales, a lo largo de millones y millones de años, la gran galaxia espiral terminará por tragarse completamente a la indefensa M 32. Ibaña lo resume con toda claridad: "evidentemente, esa galaxia enana se está muriendo en el halo de Andrómeda, y no hay vuelta atrás".

CANIBALISMO Y EVOLUCIÓN GALÁCTICA

Así es: Andrómeda se está devorando a M 32. Y según parece, NGC 205 también formaría parte de su bestial banquete, por lo que se han encontrado otras estrellas que la unen al halo esférico de nuestra vecina canibal, y otras, con las mismas características, que ya están mezcladas con la población típica de Andrómeda. El cuadro que surge a partir del trabajo de Ibaña y su equipo –recientemente publicado– encaja a la perfección con los modelos que describen el crecimiento y la evolución de las grandes galaxias. Al parecer, estas enormes islas de estrellas –como Andrómeda– van creciendo a medida que capturan, desarmar e incorporan a otras galaxias menores. Con el tiempo, esas poblaciones de estrellas robadas pasan a integrar sus halos. De hecho, los astrónomos han descubierto que en el halo de nuestra propia Vía Láctea existen

poblaciones de estrellas extravagantes, que poco tienen que ver con las demás estrellas de la galaxia: sus composiciones químicas difieren, y sus extraños y desordenados movimientos delatan un origen extragaláctico, como si hubiesen sido arrancadas de otro lado. "Los halos son tachos de basura estelares; allí uno puede encontrarse con todo lo que una galaxia se ha devorado", dice Ibaña. Estos restos fósiles cósmicos tienen mucho que decir. Por lo tanto, el meticuloso examen de los halos de la Vía Láctea, Andrómeda, y muchas otras grandes galaxias espirales, podría arrojar luz sobre sus pasados y sus sucesivos actos de canibalismo.

EL CHOQUE FINAL

Mientras Andrómeda recién comienza a saborear a sus dos víctimas de turno, la Vía Láctea está en pleno festín: ahora mismo se está devorando a la galaxia enana de Sagitario, una malograda isla de estrellas que se ubica del otro lado del centro galáctico. Y todo indica que en unos cientos de millones de años se tragará completamente a las Nubes Mayor y Menor de Magallanes, sus pequeñas galaxias satélites. Así, después de susculentos banquetes, las dos grandes hermanas del vecindario crecerán y crecerán, inevitablemente. Pero esa misma fuerza de gravedad que las convierte en bestias temibles, sellará su destino: actualmente se están acercando a unos 500 mil kilómetros por hora, y dentro de tres mil millones de años se encontrarán en un abrazo fatal. ¿Quién ganará? Probablemente ninguna. El resultado del espectacular encuentro será una nueva supergalaxia, probablemente de forma elíptica, a la que bien podríamos llamar Vía Andrómeda. Será el final de una larga y compleja historia de canibalismo galáctico. Una más.

El Big Bang, Dios y esas cuestiones

"La gloria de quien mueve todo el mundo el universo llena, y replantea en unas partes más y en otras menos.

En el cielo que más su luz recibe estuve, y vi unas cosas que no puede ni sabe repetir quien de allí baja"

Canto 1 del Paraíso, Divina Comedia, Dante Alighieri (Cátedra, Madrid, 1999)

POR MARTIN DE AMBROSIO

En el siglo XIX, el astrónomo y matemático francés Pierre Simon Laplace sometió a consideración de Napoleón I su *Medicina Celeste*. El emperador estaba al tanto de que no se mencionaba al Creador en el libro y le preguntó a Laplace cómo era que Dios no aparecía en su tratado, a lo que el científico respondió "no he tenido necesidad de esa hipótesis".

Por cierto, los constructores de mitos no se pensaban a sí mismos como tales, sino que eran, como cualquier sacerdote de buena fe, portavoces de la verdad revelada, no científicos que tienen hipótesis y que luego las contrastan. Justamente, la cosmogonía contemporánea es un conjunto de conocimientos científicos sometidos casi permanentemente a revisión, contrastación y refutación.

El mismísimo Big Bang, la descripción *standard* del universo a partir de los instantes inmediatos al fabuloso "tiempo cero" original que habría sido el comienzo de todo, aunque abrumadoramente mayoritaria, no tiene la contundencia y el consenso absoluto de la Teoría de la Relatividad, la cuántica o la termodinámica. Y en cierta forma es elegante que sea así: esa falta de certidumbre total es una de las características que diferencia al conocimiento cosmológico actual de los precedentes y en general al conocimiento científico de cualquier dogmatismo.

"Universo, dioses y hombres: historias cosmológicas" fue el título de la quinta reunión del Ciclo de Charles de Café Científico, organizado por el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires en la Casa del Teatro, que contó con las exposiciones de los físicos Leonardo Levinas del Instituto de Astronomía y Física del Espacio de la UBA, y Diego Harari del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Además, hizo las veces de moderador el físico argentino radicado en Francia Pablo Jensen, que cuenta con gran experiencia en el género "café científico" porque es uno de los organizadores desde 1997 de los encuentros de Lyon, uno de los más renombrados de Europa.

El próximo café científico argentino será el 21 de agosto y el tema, Proyecto Genoma Humano.

HOMBRES Y DIOSES EN LA PICOTA

Leonardo Levinas: "El tema de esta noche es todo. Se proponen historias cosmológicas y habría que empezar definiendo a esta palabra griega. Cosmología reúne dos palabras: "logos", que significa razón, palabra y entendimiento; y "kosmos", que originariamente significaba "orden de los ejércitos, orden de la danza" y luego "orden de la polis" y de allí derivó a la naturaleza, en tanto que "orden de la naturaleza". Aunque los físicos de ahora la usamos como sinónimo de universo, el uso exacto sería "orden del universo" o "universo, en tanto ordenado".

Esa será la tarea de la razón, ordenar. El objeto de la ciencia cosmológica es el mayor de todos, es la totalidad, lo que abarca a todos los objetos. Las visiones que el hombre ha tenido sobre el cosmos han dependido de lo social, siempre han estado pegadas a los contextos de las sociedades. Algunos asuntos y fenómenos que nuestra sociedad atiende, algunas otras no los han atendido, entonces su "cosmos" era diferente. Ese universo nos resultaría inconcebible, del mismo modo que el nuestro sería inconcebible para ellos. Pero, por otro lado, hay algo

común a todas las cosmologías: presuponen una objetividad, una independencia de la propia sociedad. Una vez reconocido un fenómeno, es independiente. La definición de la naturaleza es que es lo otro de lo social, la tierra siempre será algo distinto de la sociedad, se mueva o no.

El ente que ha sido fundamental en la constitución de esas cosmologías, es Dios. En muchas de estas explicaciones se pone a Dios, con efectos sobre la realidad y también con el conocimiento de esa realidad. Tal vez de ahí provengan los problemas con las ciencias. Pero luego de que Galileo, como creyente, planteó una dicotomía se acabó la influencia de Dios en la interpretación de los fenómenos naturales. Según Galileo, había dos libros: uno, las Sagradas Escrituras, que estaba dirigido al corazón; y el otro, el libro de la Naturaleza –escrito en caracteres matemáticos y geométricos– dirigido a la razón. Uno debía ser analizado por la ciencia, y el otro por la fe, y no había intervención de la religión en la Naturaleza.

Los griegos –después de todo los inventores de la razón– marcaron un momento importante: identificaron que los movimientos ordenados del cosmos ordenado debían ser coherentes. Y pensaron que debía tratarse de algo perfecto, y la perfección geométrica tenía que ver con el círculo, que consideraban perfecto. Con esa premisa se hicieron vastos intentos de explicar todos los movimientos como circulares. Eso hicieron los astrónomos durante dos mil años,

influidos por Platón y Aristóteles. Hasta que llegó Kepler y planteó las órbitas elípticas. Otra visión griega fue la de Aristóteles, cuyo Dios era perfecto y describía en función de su cosmología; no vive en ningún lugar, tiene una existencia en la que lo único que hace es pensarse a sí mismo, piensa su perfección en un acto, y sólo piensa su perfección. Si pensase el mundo, pensaría en movimientos, y el movimiento por más perfecto que fuese involucra el tiempo y el cambio. Y lo perfecto no puede cambiar. Ese Dios no conoce el mundo del cual es Dios. Este universo aristotélico no tiene Big Bang, no tiene principio, es diferente a la linealidad judeocristiana, que tiene un principio, y es esa linealidad la responsable de que nos cueste pensar un universo sin principio, pero –y esto es interesante–, no tanto pensar su infinitud hacia el futuro.

Ese tiempo está ligado a un Dios de la creación, pero por lo visto ese Dios tiene alguna imperfección. Eso lo reconoció el mismo San Agustín, que con honestidad preguntaba ¿qué estaba haciendo Dios antes de crear al mundo? ¿No cambió Dios, al crear el mundo? La solución de compromiso de San Agustín fue asegurar que Dios siempre estuvo fuera del tiempo, y entonces es siempre igual a sí mismo, y al crear al mundo también creó al tiempo. Esa cosmología tiene que ser finita en el tiempo, tiene que tener comienzo, para darles una intervención a los dioses creadores.

EN EL NOMBRE DEL BIG BANG

Diego Harari se refirió a los conceptos del modelo cosmológico de la física contemporánea, que es el modelo del Big Bang. "La física contemporánea en relación con la descripción del cosmos recién desde 1930 se empieza a parecer al resto de la física como disciplina científica. Hasta hace muy poco, hasta 1930, las respuestas de la física eran demasiado especulativas; en realidad, eran tan especulativas, como cualquiera de los grandes mitos cosmológicos. Pero ahora la situación es diferente y, en cierto modo, la cosmología puede dar respos-

tas parecidas, y con sistemas de evidencias parecidos a los de otras ramas de la física, como la física nuclear o la cuántica. Una de las grandes herramientas que permitió este salto fue la Teoría de Relatividad General de Einstein que describió con precisión la interacción gravitatoria de los cuerpos a gran escala. Y es dentro de esa teoría donde se puede formular un modelo cosmológico, para conocer los movimientos de los cuerpos también a gran escala, y al verso como resultado de las ecuaciones, que el universo está en expansión. Pero no fibase que aún en ese momento –1915, 1920– no había suficientes herramientas experimentales como para poner a prueba la expansión.

Tanto, que el mismo Einstein propuso modificaciones a las ecuaciones para ver si podía obtener como resultado un universo estático, que le parecía, además, más estético. Recién hacia 1930, los telescopios pudieron ver galaxias exteriores a la Vía Láctea. Y fue Edwin Hubble quien descubrió que la luz que viene de esas galaxias tiene sus colores cambiados, las líneas del espectro aparecen con el famoso "corrimiento al rojo", como si se estuvieran alejando de nosotros a una velocidad cada vez mayor cuanto más lejos están. Así se vio la expansión del universo. Lo cual no significa que estemos en un lugar especial; esa misma observación puede ser hecha desde cualquier lado. El universo se expande en todas direcciones.

Otro elemento experimental importante que



le da contenido empírico a la teoría fue el descubrimiento en 1965 de la radiación cósmica de fondo (una radiación de microondas, de 270 grados bajo cero de temperatura, que proviene de todas las direcciones del espacio de manera uniforme), que era una de las predicciones de la teoría del Big Bang. La radiación de fondo es una reliquia del universo temprano, hace quinientos millones de años. Porque no siempre hubo planetas, estrellas y galaxias en el universo, "en el principio" sólo existía una sopa de partículas elementales (electrones, protones y fotones) que llenaban al universo a una temperatura extremadamente alta, de miles de millones de grados y no había ninguna estrella, ni planetas ni galaxias. El universo sólo era esa sopa y ya se estaba expandiendo y bajando su temperatura. Recién cuando se enfrió hasta "sólo" algunos miles de grados se forman los átomos como los conocemos hoy. Esos electrones y protones separados se unen para formar átomos, sólo cientos de millones de años después se unieron para formar galaxias, estrellas y planetas, que muchísimo después nosotros venimos a habitar. Y bueno, en ese momento del universo temprano en el que se forman los átomos se produce la gran emisión de radiación que hoy, quinientos millones de años después, pescamos como radiación de fondo.

Hay forma de confirmar este modelo? Sí, las observaciones han ido creciendo tanto en la última década que se puede decir que es un buen modelo para entender fenómenos del universo. En este sentido, Harari afirmó que física no tiene nada que decir acerca del comienzo. "Mi idea es que el Big Bang es un modelo, pero la

teoría del Big Bang, tal como la conocemos hoy, no sostiene que todo empezó con un punto. La teoría llega muy atrás, pero no hasta el "tiempo cero", el comienzo. Llegamos hasta donde llegamos; pero aun esos momentos tempranos del universo, tal como los describe la teoría siguen siendo sólo un modelo porque no se puede confrontar con experimentos. La física contemporánea no dice cómo empezó el universo, describe con precisión un estado de cosas cerca del principio, hace especulaciones, pero son sólo eso. No se puede hacer ninguna experiencia para verificar si todo empezó en algún punto o si hubo algo antes del Big Bang."

Naturalmente, sobrevoló la reunión y humeó en el café la pregunta sobre el dónde y el cuándo, el espacio y el tiempo. ¿Dónde se expande el universo? ¿A costa de qué? Y naturalmente la finitud y la infinitud.

Levinas: "El problema es que si el universo es todo, es único, y entonces cuando hablamos de universo en expansión, hablamos de que lo único se expande y bueno... Se puede concebir que algo se expande en un universo infinito. Ese era el universo de los árabes: los árabes pensaban que fuera del universo había vacío, pero eso no es el universo, que incluye el vacío. El universo en expansión crea un lugar que antes no existía. Pero se pueden concebir universos finitos que no tengan fin, ilimitados –por ejemplo, una hormiga que vive sobre un círculo y no puede salir de él puede llegar a comprobar que su universo es finito, pero a la vez ilimitado... Un universo finito y limitado, y cerrado, como el Aristóteles, tenía sus problemas, y es lo que le preguntaba, a la distancia, Giordano Bruno a Aristóteles: ¿Qué pasa si luego hasta la última esfera celeste y sacó la mano?"

Alguien que se confesó entusiasta de estas cuestiones de cosmología, aunque amateur, preguntó qué fue lo que pudo desencadenar un fenómeno como el Big Bang; y también si se podía considerar que de alguna manera se probaba de un "punto inteligente" –por lo menos con iniciativa–, dado que hizo que empezara el tiempo, nada menos.

Harari: "No sé la respuesta, quiero aclarar. El Big Bang, insisto, para mí es un modelo, no una teoría. Las que sí son teorías son las leyes de la física atómica, la física nuclear, la física de los campos de gravitación, esas son las leyes de la naturaleza que conocemos. El modelo del Big Bang parte de que al principio había esa sopa de partículas muy calientes que originó el universo hoy conocido. Yo creo que hoy la física no puede contestar esta clase de preguntas. Para entender las observaciones astronómicas no se necesita ese punto inicial al que alude la pregunta."

Respecto de la diferencia entre el conocimiento científico y el religioso –otra pregunta–, Harari dijo no poder responder "porque no sé qué es el conocimiento religioso. Lo que puedo decir es que el modelo del Big Bang nos permite avanzar tanto como para permitarnos hacer más preguntas y tratar de responderlas con observaciones, ponerlas a prueba. Esa es el modelo del Big Bang. Desde luego, no me siento calificado para responder sobre lo religioso."

Fue Levinas quien citó a Carl Sagan como uno de los científicos que se ocupó de resolver o al menos plantearse este tipo de problemas, cuáles fueron las condiciones iniciales del Big Bang y en todo caso qué pasó antes. "Sagan y otros científicos intentaron dar algunas respuestas a esto, más allá de la existencia de Dios. En la historia, han sido Dios y Dioses los creadores del mundo. Pero uno puede hacerse la pregunta ¿y a Dios quién lo creó? Y bueno, resulta inconcebible hacerse esa pregunta. O si no, se dice Dios no viene de ningún lado, lo que podría decirse simplemente respecto del universo: ha estado siempre."

NO TODO EMPEZO EN UN PUNTO

En este sentido, Harari afirmó que física no tiene nada que decir acerca del comienzo. "Mi idea es que el Big Bang es un modelo, pero la

teoría del Big Bang, tal como la conocemos hoy, no sostiene que todo empezó con un punto. La teoría llega muy atrás, pero no hasta el "tiempo cero", el comienzo. Llegamos hasta donde llegamos; pero aun esos momentos tempranos del universo, tal como los describe la teoría siguen siendo sólo un modelo porque no se puede confrontar con experimentos. La física contemporánea no dice cómo empezó el universo, describe con precisión un estado de cosas cerca del principio, hace especulaciones, pero son sólo eso. No se puede hacer ninguna experiencia para verificar si todo empezó en algún punto o si hubo algo antes del Big Bang."

Naturalmente, sobrevoló la reunión y humeó en el café la pregunta sobre el dónde y el cuándo, el espacio y el tiempo. ¿Dónde se expande el universo? ¿A costa de qué? Y naturalmente la finitud y la infinitud.

Levinas: "El problema es que si el universo es todo, es único, y entonces cuando hablamos de universo en expansión, hablamos de que lo único se expande y bueno... Se puede concebir que algo se expande en un universo infinito. Ese era el universo de los árabes: los árabes pensaban que fuera del universo había vacío, pero eso no es el universo, que incluye el vacío. El universo en expansión crea un lugar que antes no existía. Pero se pueden concebir universos finitos que no tengan fin, ilimitados –por ejemplo, una hormiga que vive sobre un círculo y no puede salir de él puede llegar a comprobar que su universo es finito, pero a la vez ilimitado... Un universo finito y limitado, y cerrado, como el Aristóteles, tenía sus problemas, y es lo que le preguntaba, a la distancia, Giordano Bruno a Aristóteles: ¿Qué pasa si luego hasta la última esfera celeste y sacó la mano?"

Alguien que se confesó entusiasta de estas cuestiones de cosmología, aunque amateur, preguntó qué fue lo que pudo desencadenar un fenómeno como el Big Bang; y también si se podía considerar que de alguna manera se probaba de un "punto inteligente" –por lo menos con iniciativa–, dado que hizo que empezara el tiempo, nada menos.

Harari: "No sé la respuesta, quiero aclarar. El Big Bang, insisto, para mí es un modelo, no una teoría. Las que sí son teorías son las leyes de la física atómica, la física nuclear, la física de los campos de gravitación, esas son las leyes de la naturaleza que conocemos. El modelo del Big Bang parte de que al principio había esa sopa de partículas muy calientes que originó el universo hoy conocido. Yo creo que hoy la física no puede contestar esta clase de preguntas. Para entender las observaciones astronómicas no se necesita ese punto inicial al que alude la pregunta."

FILOSOFÍA, CIENCIA, EPISTEMOLOGÍA

La última intervención del público más que una pregunta fue un reclamo: que los filósofos logren por fin armar una imagen del cosmos, en conformidad con los conocimientos científicos que hoy se tienen. Levinas respondió: "Sucede que muchas de estas cuestiones son tan difíciles técnicamente que es improbable que los filósofos estén en condiciones de conocer esta clase de teorías que llevan vidas enteras conocer. Pero me parece que lo inverso no es cierto, porque existen muy buenos físicos que a su vez también pueden filosofar con éxito, hay una asimetría en ese sentido. Creo que el australiano Paul Davies es un buen ejemplo, ya que ha tratado de divulgar y se ha metido en cuestiones filosóficas con singularidad. Pero hay que reivindicar a la filosofía, a la epistemología, pues sin una teoría el experimento en sí mismo no dice nada, siempre se requieren teorías. Basta leer los Principios de Newton para ver que muchas veces lo que se está haciendo es filosofía, sobre todo en la última parte del tratado en la que no hay casi ecuaciones matemáticas. En ese caso, claramente el ejemplo a seguir es el de Einstein, que tuvo un compromiso sin igual en el siglo pasado. Decía que el sentido estético, el sentido de belleza le había servido para conocer el modo de ser del universo."

NOVEDADES EN CIENCIA



BUSCANDO PLANETAS EXTRASOLARES

ASTRONOMY

La lista de planetas extrasolares (aquellos que orbitan a otras estrellas) continúa creciendo y ya ronda los sesenta ejemplares. Sin embargo, ninguno de estos mundos lejanos ha sido observado directamente: todos han sido detectados por métodos indirectos, basados en la detección de anomalías en el movimiento de ciertas estrellas. Por eso, los astrónomos están elaborando nuevas estrategias para obtener imágenes directas de estos planetas. Uno de los proyectos más interesantes es NICI (Near Infrared Coronagraphic Imager), una cámara digital, única en el mundo, que está siendo construida por una compañía privada de Hawái y un equipo de científicos norteamericanos de la Universidad Tecnológica de Michigan. La idea es equipar a los super telescopios Gemini Norte y Gemini Sur –instalados en Hawái y el norte de Chile respectivamente– con una cámara NICI y así mejorar la performance de estos gigantes ópticos a la hora de intentar fotografiar planetas alrededor de otras estrellas. "Los sistemas planetarios, por definición, se forman alrededor de su estrella, pero las estrellas son de mil a diez mil millones de veces más brillante que los planetas que esperamos ver", dijo Christ Falcas, jefe científico del proyecto NICI. Y agregó: "siempre que tratamos de observar otros sistemas planetarios, nos enfrentamos con el brillo cegador de la estrella que está en su centro". Es por eso que estas dos cámaras usarán un pequeño disco para bloquear el brillo de cada una de las estrellas a estudiar, lo que facilitará la detección directa de objetos, muchísimo más pálidos, que pudiesen girar a su alrededor.

Las cámaras NICI acopladas al Gemini Norte y al Gemini Sur (que, dicho sea de paso, es un telescopio en el que la Argentina tiene una participación del 2,5%) trabajarán en el rango del infrarrojo cercano, justo más allá del espectro visible, porque los astrónomos consideran que esa es la mejor "ventana" para detectar posibles planetas en torno a otras estrellas. Por otra parte, las NICI no sólo aprovecharán la enorme potencia de los telescopios Gemini (que tienen espesores primarios de más de 8 metros de diámetro), sino también su exquisito sistema de ópticas adaptativas, que corrige las distorsiones que nuestra atmósfera introduce en la luz de los astros, permitiendo imágenes mucho más ricas en detalles finos y tenues, un punto especialmente crucial en este caso. La alianza entre los Gemini y las NICI no sólo posibilitará la detección directa de planetas extrasolares, sino que además facilitará el análisis de su espectro, una herramienta que aportaría valiosa información sobre la composición de sus atmósferas, sus temperaturas, e incluso, sus chances para la vida. El proyecto, que tiene un costo de algo más de 4 millones de dólares, será financiado por la NASA y varias fundaciones y universidades norteamericanas. Según parece, estas máquinas cazadoras de planetas –más grandes que una cabina telefónica– estarán listas dentro de tres o cuatro años.



BUSCANDO PLANETAS EXTRASOLARES

ASTRONOMY

La lista de planetas extrasolares (aquellos que orbitan a otras estrellas) continúa creciendo y ya ronda los sesenta ejemplares. Sin embargo, ninguno de estos mundos lejanos ha sido observado directamente: todos han sido detectados por métodos indirectos, basados en la detección de anomalías en el movimiento de ciertas estrellas. Por eso, los astrónomos están elaborando nuevas estrategias para obtener imágenes directas de estos planetas. Uno de los proyectos más interesantes es NICI (*Near Infrared Coronagraphic Imager*), una cámara digital, única en el mundo, que está siendo construida por una compañía privada de Hawai y un equipo de científicos norteamericanos de la Universidad Tecnológica de Michigan. La idea es equipar a los super telescopios Gemini Norte y Gemini Sur—instalados en Hawai y el norte de Chile respectivamente—con una cámara NICI y así mejorar la performance de estos gigantes ópticos a la hora de intentar fotografiar planetas alrededor de otras estrellas. "Los sistemas planetarios, por definición, se forman alrededor de su estrella, pero las estrellas son de mil a diez mil millones de veces más brillante que los planetas que esperamos ver", dijo Christ Ftaclas, jefe científico del proyecto NICI. Y agregó: "siempre que tratamos de observar otros sistemas planetarios, nos enfrentamos con el brillo cegador de la estrella que está en su centro". Es por eso que estas dos cámaras usarán un pequeño disco para bloquear el brillo de cada una de las estrellas a estudiar, lo que facilitará la detección directa de objetos, muchísimo más pálidos, que pudiesen girar a su alrededor.

Las cámaras NICI acopladas al Gemini Norte y al Gemini Sur (que, dicho sea de paso, es un telescopio en el que la Argentina tiene una participación del 2,5%) trabajarán en el rango del infrarrojo cercano, justo más allá del espectro visible, porque los astrónomos consideran que esa es la mejor "ventana" para detectar posibles planetas en torno a otras estrellas. Por otra parte, las NICI no sólo aprovecharán la enorme potencia de los telescopios Gemini (que tienen espejos primarios de más de 8 metros de diámetro), sino también su exquisito sistema de ópticas adaptativas, que corrige las distorsiones que nuestra atmósfera introduce en la luz de los astros, permitiendo imágenes mucho más ricas en detalles finos y tenues, un punto especialmente crucial en este caso. La alianza entre los Gemini y las NICI no sólo posibilitaría la detección directa de planetas extrasolares, sino que además facilitaría el análisis de su espectro, una herramienta que aportaría valiosa información sobre la composición de sus atmósferas, sus temperaturas, e incluso, sus chances para la vida. El proyecto, que tiene un costo de algo más de 4 millones de dólares, será financiado por la NASA y varias fundaciones y universidades norteamericanas. Según parece, estas máquinas cazadoras de planetas—más grandes que una cabina telefónica—estarán listas dentro de tres o cuatro años.

tas parecidas, y con sistemas de evidencias parecidos a los de otras ramas de la física, como la física nuclear o la cuántica. Una de las grandes herramientas que permitió este salto fue la Teoría de Relatividad General de Einstein que describió con precisión la interacción gravitatoria de los cuerpos a gran escala. Y es dentro de esa teoría donde se puede formular un modelo cosmológico, para conocer los movimientos de los cuerpos también a gran escala, y ver como resultado de las ecuaciones, que el universo está en expansión. Pero fíjense que aún en ese momento—1915, 1920—no había suficientes herramientas experimentales como para poner a prueba la expansión.

Tanto, que el mismo Einstein propuso modificaciones a las ecuaciones para ver si podía obtener como resultado un universo estático, que le parecía, además, más estético. Recién hacia 1930, los telescopios pudieron ver galaxias exteriores a la Vía Láctea. Y fue Edwin Hubble quien descubrió que la luz que viene de esas galaxias tiene sus colores cambiados, las líneas del espectro aparecen con el famoso "corrimiento al rojo", como si se estuvieran alejando de nosotros a una velocidad cada vez mayor cuanto más lejos están. Así se vio la expansión del universo. Lo cual no significa que estemos en un lugar especial; esa misma observación puede ser hecha desde cualquier lado. El universo se expande en todas direcciones.

Otro elemento experimental importante que



le da contenido empírico a la teoría fue el descubrimiento en 1965 de la radiación cósmica de fondo (una radiación de microondas, de 270 grados bajo cero de temperatura, que proviene de todas las direcciones del espacio de manera uniforme), que era una de las predicciones de la teoría del Big Bang. La radiación de fondo es una reliquia del universo temprano, hace quince mil millones de años. Porque no siempre hubo planetas, estrellas y galaxias en el universo, "en el principio" sólo existía una sopa de partículas elementales (electrones, protones y fotones) que llenaban el universo a una temperatura extremadamente alta, de miles de millones de grados y no había ninguna estrella, ni planetas ni galaxias. El universo sólo era esa sopa y ya se estaba expandiendo y bajando su temperatura. Recién cuando se enfrió hasta "sólo" algunos miles de grados se forman los átomos como los conocemos hoy. Esos electrones y protones separados se unen para formar átomos, sólo cientos de millones de años después se unieron para formar galaxias, estrellas y planetas, que muchísimo después nosotros venimos a habitar. Y bueno, en ese momento del universo temprano en el que se forman los átomos se produce la gran emisión de radiación que ahora, quince mil millones de años después, pescamos como radiación de fondo.

¿Hay forma de confirmar este modelo? Sí, las observaciones han ido creciendo tanto en la última década que se puede decir que es un buen modelo para entender fenómenos del universo.

En 1965 se observó por primera vez esta radiación cósmica de fondo. Se trata de los microfotones (partículas de luz) que están viajando desde el comienzo de los tiempos, hace miles de millones de años, cuando se formaron los primeros átomos. No son ondas electromagnéticas que vienen de alguna estrella, sino que están ahí desde antes, antes de que se formaran las estrellas inclusive. Eso también indica que cualquier lugar en el universo es equivalente, todas las propiedades valen igual. Unas pequeñas variaciones hicieron que se formaran las galaxias. Ahora hay muchas observaciones que se hacen, para ver si el universo se va a expandir por siempre o en un momento se va a detener la expansión y volverá a achicarse.

Por eso quiero decir que, a pesar de que éstos son modelos perfectibles, ahora la física cósmica se acerca a un balance entre teoría y experimentación comparable al de otras ramas de la física que siempre fueron más certeras.

MENOS PREGUNTA DIOS

A la hora de las preguntas del Café Científico el interés estuvo centrado básicamente en cuestiones técnicas acerca de las radiaciones cósmicas y la seguridad que los científicos tienen acerca de que los datos que se toman de los corrimientos en los espectros son correctos. Salvando estos engorros, sobrevivieron algunas preguntas más generales, como la de un muchacho que preguntó por las preguntas y las respuestas.

¿Cómo podemos estar seguros de lo que sabemos? ¿Podemos decir que "antes no sabíamos y ahora sabemos?"

Levinas: "Lo que hoy sabemos es lo que sabemos en el marco de la física iniciada por Newton, del movimiento rectilíneo asociado a la inercia, siempre isotrópico y homogéneo. En otros marcos no era así. En el universo ptolemaico (de Claudio Ptolomeo, siglo II de nuestra era) o en el aristotélico, los movimientos eran circulares, y el universo no era homogéneo, había puntos privilegiados: todo estaba referido a la tierra que era el centro del universo, todos los movimien-

to estaban referidos al mundo subllunar, hacia el centro de la tierra, y entonces todo se explicaba en función de esos movimientos circulares."

Respecto de la diferencia entre el conocimiento científico y el religioso—otra pregunta—, Harari dijo no poder responder "porque no sé qué es el conocimiento religioso. Lo que puedo decir es que el modelo del Big Bang nos permite avanzar tanto como para permitirnos hacer más preguntas y tratar de responderlas con observaciones, ponerlas a prueba. Ese es el modelo del Big Bang. Desde luego, no me siento calificado para responder sobre lo religioso."

Fue Levinas quien citó a Carl Sagan como uno de los científicos que se ocupó de resolver o al menos plantearse este tipo de problemas, cuáles fueron las condiciones iniciales del Big Bang y en todo caso qué pasó antes. "Sagan y otros científicos intentaron dar algunas respuestas a esto, más allá de la existencia de Dios. En la historia, han sido Dios y Dioses los creadores del mundo. Pero uno puede hacerse la pregunta ¿y a Dios quién lo creó? Y bueno, resulta inconcebible hacerse esa pregunta. O si no, se dice Dios no viene de ningún lado, lo que podría decirse simplemente respecto del universo: ha estado siempre."

NO TODO EMPEZO EN UN PUNTO

En este sentido, Harari afirmó que física no tiene nada que decir acerca del comienzo. "Mi idea es que el Big Bang es un modelo, pero la

teoría del Big Bang, tal como la conocemos hoy, no sostiene que todo empezó con un punto. La teoría llega muy atrás, pero no hasta el 'tiempo cero', el comienzo. Llegamos hasta donde llegamos; pero aun esos momentos tempranos del universo, tal como los describe la teoría siguen siendo sólo un modelo porque no se puede confrontar con experimentos. La física contemporánea no dice cómo empezó el universo, describe con precisión un estado de cosas cerca del principio, hace especulaciones, pero son sólo eso. No se puede hacer ninguna experiencia para verificar si todo empezó en algún punto o si hubo algo antes del Big Bang."

Naturalmente, sobrevaloró la reunión y humeó en el café la pregunta sobre el dónde y el cuándo, el espacio y el tiempo. ¿Dónde se expande el universo? ¿A costa de qué? Y naturalmente la finitud y la infinitud.

Levinas: "El problema es que si el universo es todo, es único, y entonces cuando hablamos de universo en expansión, hablamos de que lo único se expande y bueno... Se puede concebir que algo se expande en un universo infinito. Ese era el universo de los árabes: los árabes pensaban que fuera del universo había vacío, pero eso no es el universo, que incluye el vacío. El universo en expansión crea un lugar que antes no existía. Pero se pueden concebir universos finitos que no tengan fin, ilimitados—por ejemplo, una hormiga que vive sobre un círculo y no puede salir de él puede llegar a comprobar que su universo es finito, pero a la vez ilimitado—. Un universo finito y limitado, y cerrado, como el Aristóteles, tenía sus problemas, y es lo que le preguntaba, a la distancia, Giordano Bruno a Aristóteles: ¿Qué pasa si llego hasta la última esfera celeste y saco la mano?"

Alguien que se confesó entusiasta de estas cuestiones de cosmología, aunque amateur, preguntó qué fue lo que pudo desencadenar un fenómeno como el Big Bang; y también si se podía considerar que de alguna manera se trataba de un "punto inteligente"—o por lo menos con iniciativa—, dado que hizo que empezara el tiempo, nada menos.

Harari: "No sé la respuesta, quiero aclarar. El Big Bang, insisto, para mí es un modelo, no una teoría. Las que sí son teorías son las leyes de la física atómica, la física nuclear, la física de los campos de gravitación, esas son las leyes de la naturaleza que conocemos. El modelo del Big Bang parte de que al principio había esta sopa de partículas muy calientes que originó el universo hoy conocido. Yo creo que hoy la física no puede con testar esa clase de preguntas. Para entender las observaciones astronómicas no se necesita ese punto inicial al que alude la pregunta".

FILOSOFÍA, CIENCIA, EPISTEMOLOGÍA

La última intervención del público más que una pregunta fue un reclamo: que los filósofos logren por fin armar una imagen del cosmos, en conformidad con los conocimientos científicos que hoy se tienen. Levinas respondió: "Sucede que muchas de estas cuestiones son tan difíciles técnicamente que es improbable que los filósofos estén en condiciones de conocer esta clase de teorías que llevan vidas enteras conocer. Pero me parece que lo inverso no es cierto, porque existen muy buenos físicos que a su vez también pueden filosofar con éxito, hay una asimetría en ese sentido. Creo que el australiano Paul Davies es un buen ejemplo, ya que ha tratado de divulgar y se ha metido en cuestiones filosóficas con singularidad. Pero hay que reivindicar a la filosofía, a la epistemología, pues sin una teoría el experimento en sí mismo no dice nada, siempre se requieren teorías. Basta leer los Principios de Newton para ver que muchas veces lo que se está haciendo es filosofía, sobre todo en la última parte del tratado en la que no hay casi ecuaciones matemáticas. En ese caso, claramente el ejemplo a seguir es el de Einstein, que tuvo un compromiso sin igual en el siglo pasado. Decía que el sentido estético, el sentido de belleza le había servido para conocer el modo de ser del universo."

LA MENTE POR DESCUBRIR

John Horgan

Editorial Paidós, 389 páginas



El ámbito de la mente es sin duda una de las zonas de disputa más calientes y hasta cierto punto entretenidas de la ciencia contemporánea. Aunque puede discutirse, la idea general es que en

la química, la biología y la física, ya no parece haber mucho lugar para las grandes sorpresas, pero el estudio de la mente aparece como la veta del conocimiento que faltaba explorar. Pero si bien se ha trabajado mucho, se ha avanzado poco en lo que se conoce y se sabe efectivamente sobre la percepción, la inteligencia y la conciencia. Algunas de las teorías generales más nuevas, como las que sostiene la psicología evolutiva y el reduccionismo genético son en algún punto alarmantes.

¿Puede la mente pensarse a sí misma? En esa dirección va la piedra lanzada por John Horgan—periodista científico, colaborador, entre otros medios, de *Discovery*—en la sección de las denominadas “ciencias de la mente” de su best-seller *El fin de la ciencia* (1996), un ensayo dedicado a repasar los avances y los límites del conocimiento científico en diversas áreas.

En su último trabajo, *La mente por descubrir*, Horgan se concentra en las múltiples empresas científicas que con relativo éxito han tratado de descifrar la mente, invitando al lector a un paseo a través de la historia, los laboratorios, las experiencias y las teorías de la psicoterapia, la sociobiología, la psiquiatría, la neurociencia, el conductismo genético, la psicología evolutiva, los desarrollos en torno a la inteligencia artificial y la filosofía de la conciencia. Como una foto en la que se retratan grandes familias, *La mente por descubrir* congela por unos instantes peleas, hipótesis, avances y retrocesos, dados en ramas diversas de la investigación actual, proponiendo una imagen desmitificadora y, vale aclararlo de entrada, un poco pesimista. Una buena forma de tener un panorama completo, inteligente, sólido y eminentemente científico, de los serios problemas—muchas veces peligrosos—que enfrentan los investigadores de la mente, convertidos a veces en cruzados modernos atrás del *Santo Grial* de la especie humana: la conciencia. **F.M.**

AGENDA CIENTIFICA

EPISTEMOLOGIA

El doctor Carlos Prósperi dictará un curso de Posgrado sobre Epistemología destinado a estudiantes de posgrado y profesionales de temáticas relacionadas con las ciencias naturales y pedagógicas, los días 23 y 27 de julio. El curso tendrá una intensidad de ocho horas diarias y se realizará en el Centro Austral de Investigaciones Científicas (Cadic) de Ushuaia. Informes: fvanelia@tierradelfuego.org.ar

ZONOSIS

Del 7 al 10 de agosto se realizará en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA el III Congreso Argentino de Zoonosis en conjunto con el II Congreso Latinoamericano de Zoonosis. Informes: 4301-7437, guarner@mail.retina.ar o en el sitio de Internet www.zoonosis.org.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

Para no molestar al vecino

POR JUAN PABLO BERMUDEZ

Desde que Gilles Lipovetsky propuso, hace ya más de diez años, que uno de los rasgos esenciales de la posmodernidad era el individualismo, cientos de innovaciones tecnológicas parecieron darle la razón al polémico filósofo francés. Pero tal vez ninguna de ellas cumpla tan fielmente los requisitos del postulado como las últimas novedades en audio. Según parece, dentro de unos años se podrá escuchar música, palabras y hasta recibir publicidades de manera personalizada, en cualquier lugar que uno estuviere. Y además, se podrán apreciar conciertos en vivo por la computadora e incluso por una palmtop para escucharlo sin compartir y sin necesidad de auriculares.

MUSICA POR UN TUBO INVISIBLE

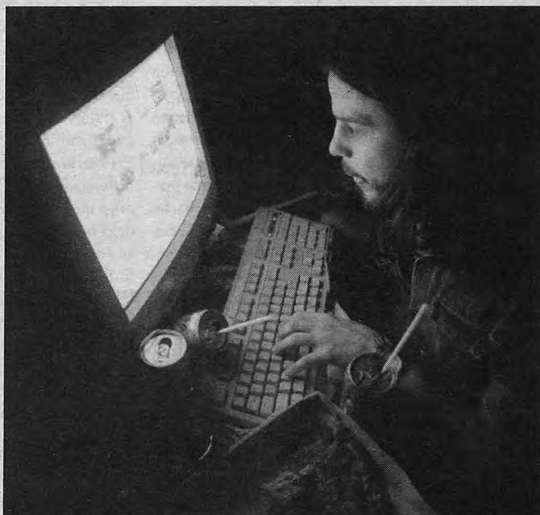
Merced al descubrimiento de un graduado del Massachusetts Institute Technology (MIT), una persona podrá escuchar el sonido proveniente de un aparato sólo para ella. Joseph Pompei inventó un dispositivo que proyecta un haz de sonido de la misma forma en que se proyecta la luz a través de un spot, y por eso mismo llamó a su invento “spot de audio”.

¿Cómo es esto? Así como la luz emite un rayo de luz envuelto en oscuridad, el spot de audio proyecta al sonido envuelto en silencio. Y también el funcionamiento es similar para el receptor de la señal: el oyente debe estar ubicado en el mismo lugar por el que pasa el sonido si quiere escucharlo, así como tiene que pararse en la “ruta” de la luz quien quiere ser iluminado por el haz de un spot. Sin embargo, lejos de parecer una desventaja es, precisamente, la principal ventaja del invento, porque gracias a eso se puede, por ejemplo, apreciar un disco sin molestar a nadie y sin utilizar auriculares. Incluso hasta podría resultar un divertimento extra la ubicación, porque como el sonido rebota en las paredes, se podría acomodar los equipos de manera tal que merced a un “efecto carambola a tres bandas” la música sea apreciada por dos o tres de las muchas personas presentes en una habitación, y sólo por ellas. El resto se limitaría a preguntar: “¿qué tal está la canción?”.

De alguna forma, el invento de Pompei trabajó sobre una de las mayores asignatu-

ras pendientes en tecnología de audio: la eliminación de la distorsión de las ondas de sonido causadas por el aire. Como el sonido tiende a viajar en todas las direcciones, cuanto más pequeñas son las ondas sonoras menos se extienden. El ejemplo por antonomasia es el ultrasonido, cuyas ondas son tan pequeñas que quedan fuera del rango de audición del oído humano pero son útiles para la medicina.

“El spot de audio no genera directamente el sonido audible—dice el informe publicado en el *New York Times*—, genera el haz de ultrasonido que funciona como un largo parlante que libera sonido audible, su efecto secundario. Es como si Pompei hubiese creado el holograma de una lámpara que pudiera ser encendida para generar luz. El ultrasonido es la lámpara, el sonido audible es la luz.”



MP3 Y DESPUES

Aunque en este punto las cosas se tornan bastante más complejas, quienes ven el invento de Pompei como una (tal vez) revolución sonora a futuro piensan ya cómo unirlo a otro proyecto de audio del MIT: el MPEG-4.

Cuando unos ingenieros alemanes sorprendieron al mundo al desarrollar el MP3, el sistema de compresión de audio más popular que existe, un nuevo camino se abrió para la experimentación. El mayor inconveniente que hasta ese momento tenía el sonido para las computadoras, era que resultaban archivos con datos muy grandes con lo cual su transmisión era muy lenta. El MP3 (que, por otra parte, no es la única forma

de comprimir sonido) demostró que con la eliminación de cierta información—que de todos modos no era audible para el oído humano—se aceleraba esa transmisión al achicar considerablemente los archivos. El problema que aún no resuelven del todo es que ese recurso no permite la transmisión en vivo del sonido, sino que hay que transmitirlo para guardarlo y luego ser emitido desde el lugar en el que se guardó.

Fue investigando eso que Michael Casey, un alumno del *Media Lab* del MIT, empezó a trabajar con el sistema llamado “Csound”, un lenguaje que permite la transmisión en vivo del sonido con la misma calidad de un disco digital (a diferencia de otros sistemas más convencionales que permiten la emisión en vivo pero con una calidad de sonido muy inferior). Porque el sistema, creado por el encargado de sonido del *Media Lab*, Barry Vercoe, no comprime el sonido sino que lo describe. Es como una suerte de traducción: recibe la señal, la codifica y la emite igual que en su versión original. “El Csound es la descripción del funcionamiento interno del algún sintetizador de sonido, y en definitiva es un instrumento”, explicó Vercoe en su momento. Claro que tampoco es un sistema perfecto: todavía es extremadamente difícil codificar, por ejemplo, la voz.

De todos modos, Casey lo utilizó para la transmisión en vivo de sonido de alta calidad en las computadoras. Y aunque todavía falta mucho para llegar a la conclusión del proyecto, la ecuación de quienes trabajan en él es simple: si se

logra la excelencia del MPEG-4 (es decir, la transmisión de sonido en vivo con calidad digital por Internet), no será difícil insertarlo en el sistema del “spot de audio”, porque el spot no trabaja con ninguna señal específica sino con la forma de emitir esa señal, por lo cual bien se podría emitir un concierto en vivo merced al MPEG-4 y direccionar la emisión para el usuario de una palmtop merced al spot de audio. Usuario que podría tener su computadora personal arriba del escritorio mientras finge escuchar la aburrida reunión que se desarrolla a su alrededor, cuando en realidad está disfrutando de la Ópera de Sidney que, por eso de los husos horarios, está en vivo en ese mismo momento.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES

donde se toca un tema de actualidad

POR LEONARDO MOLEDO

—Notable—dijo el Comisario Inspector—, por primera vez en la historia de Final de Juego no hubo ninguna carta.

—Seguramente nuestros lectores están demasiado preocupados por el riesgo país y esas cosas como para ponerse a pensar sobre la existencia de los objetos matemáticos—dijo Kuhn—y los comprendo.

—Justamente, atendiendo a la situación del país—dijo el Comisario Inspector—y teniendo en cuenta que la policía siempre estuvo a la vanguardia en la defensa de las causas populares....

—Como lo demuestra la historia argentina desde la Semana Trágica en adelante—dijo Kuhn.

El Comisario Inspector no oyó o no quiso oír

la calumnia—añadido al hecho de que estamos en los jardines de la Facultad de Ciencias Exactas (no debemos olvidarnos del jardín!), otro de los lugares predilectos de la policía, debemos dar una muestra de adhesión a los sucesos de esta semana. Como por ejemplo, adherirnos de alguna manera al paro general.

—Pero el paro general fue el jueves—objetó Kuhn.

—Ah, el Tiempo—dijo el Comisario Inspector—, ese asunto del Tiempo. Pero esta columna es, en cierto modo, intemporal, o intratemporal, o razonablemente intrasemana-temporal, si se me perdona el neologismo.

—Los neologismos también deben ser una especialidad de la policía, en tanto son creadores—dijo Kuhn—. Supongo.

—Exactamente—dijo el Comisario Inspector—. Pero lo que yo quería decir es que po-

driamos adherirnos mediante un paro de cinco líneas.

—Y ahora—retomó el Comisario Inspector—vamos a dejar una pregunta planteada a nuestros lectores. Una pregunta de actualidad, digamos.

¿La economía es una ciencia?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿La economía es una ciencia? ¿Y si lo es cómo se explica que acarree las consecuencias que acarrea? Y si no lo es, ¿cómo se explica que los economistas tengan el poder que tienen?