



Entrevista

Género y energía

Gender and Energy

Otras dimensiones del desarrollo sostenible

Other Dimensions of Sustainable Development

Entrevista con/Interview with
Julia Tagüeña

ACCESO A LA ENERGÍA Y POBREZA ENERGÉTICA

¿Por qué el acceso a la energía es un indicador de pobreza? En la materia de “Sustentabilidad, energías renovables y sociedad” analizamos el uso de la energía a lo largo de la historia. La energía está unida al desarrollo; sin energías simplemente no hay vida. Es una de las necesidades básicas de la humanidad y se puede considerar como la moneda de cambio del universo. La sostenibilidad está directamente relacionada con la calidad de vida y con la posibilidad de acceder a una vida más digna. La pobreza más grave es la pobreza energética. ¿Cómo se mide? Por ejemplo, por el acceso a una serie de elementos que complementan nuestra vida: en casa tienes teléfono, equipos de apoyo, licuadora, lavadora, luz eléctrica; si vives en un clima muy cálido tienes manera de enfriar

ACCESS TO ENERGY AND ENERGY POVERTY

Why is access to energy an important indicator of poverty? In the subject “Sustainability, Renewable Energies and Society” we analyze the use of energy throughout history. Energy is linked to development; without energy, it is simple: there would be no life. It is one of the basic needs of humanity and can be considered the currency of the universe. Sustainability is directly related to quality of life and to the possibility of accessing a more dignified life. The most serious poverty is energy poverty. How is it measured? For example, by access to a series of elements that complement our life: at home, you have a telephone, devices that support you, a blender, a washing machine, and electric light; if you live in a very hot climate you have a way to cool the environment, if you live in the cold



Conexiones irregulares a la red eléctrica en República Dominicana: una expresión de la pobreza energética
Illegal connections to the electric grid in Dominican Republic, a token of energy poverty

el ambiente, si vives en el frío puedes calentarte... Todo lo que rodea la calidad de vida tiene que ver con la energía y no tener ese tipo de apoyos te vuelve energéticamente pobre y esa pobreza energética, la falta de calidad de vida, se vuelve la peor de todas.

Hay diversos grupos en el mundo estudiando esto a través de indicadores; hay formas de definir estos índices que indican la pobreza energética y hay formas de definir la situación de un país en este aspecto, lo que es muy importante para que se adopten las políticas científicas y de desarrollo que permitirán combatir la pobreza energética.

Si hemos pasado de considerar la pobreza como ausencia de recursos para el consumo a esta visión más integral, ¿podríamos hablar de un cambio de paradigma?

Cuando vemos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), algunos señalan condiciones básicas

© Jos1950

you can heat yourself... Everything around quality of life has something to do with energy and lacking that kind of support makes you energetically poor, and that energy poverty, the lack of quality of life, becomes the worst of all.

There are various groups in the world studying this through indicators; there are ways of defining these indexes that indicate energy poverty and there are ways of defining the situation of a country in this aspect, which is very important when it comes to adopting scientific and development policies that will make it possible to combat energy poverty.

We have gone from considering poverty as the absence of resources for consumption to this more holistic view. Is this a paradigm shift?

When we look at the Sustainable Development Goals (SDGs), some of them point to basic conditions for life; if you don't eat, if you don't have food, if you don't have energy, if you don't have water, there simply is no life. But we would like not only to survive but also for life to have a certain quality; this is when the SDGs appear, such as access to education: I not only want to survive, I want to be educated, I want to have good health, I want this dignified, quality and balanced life not to be differentiated among people. Equal opportunities must be sought, and all of this must happen within a governance framework; it is not enough to survive, it is about surviving in a dignified manner, with quality of life.

A very important issue is gender equality: poverty is closely related to gender. An anecdote: Gandhi was once introduced to a man of the lowest caste: “You are meeting the poorest man in India,” and Gandhi replied: “No, the poorest person in India is this gentleman's wife.” In all these aspects women are still in a greater degree of difficulty, so the issue of gender equality also has a lot to do with quality of life.

para la vida: si no comes, si no tienes alimentos, si no tienes energía, si no tienes agua, simplemente no hay vida. Pero nos gustaría no solamente sobrevivir, sino que la vida tuviera cierta calidad; es cuando aparecen los ODS, como puede ser el acceso a la educación: no solamente quiero sobrevivir, quiero tener acceso a la educación, quiero tener una buena salud, que esta vida digna, de calidad y equilibrada no sea diferenciada entre la gente. Debe buscarse la igualdad de oportunidades y que todo esto quede dentro de una gobernanza; no basta con sobrevivir, sino que se trata de vivir de una manera digna, con calidad de vida.

Un punto muy importante es el tema de la igualdad de género; finalmente, la pobreza está relacionada estrechamente con el género. Una anécdota: en cierta ocasión le presentaron a Gandhi a un hombre de la casta más baja: "Está usted conociendo al hombre más pobre de la India", y Gandhi contestó: "No, la persona más pobre de la India es la esposa de este señor".

En todas estas cosas las mujeres están todavía en un grado mayor de dificultad, así que el tema de igualdad de género también tiene mucho que ver con la calidad de vida.

La Cumbre de las Mujeres y otros encuentros con enfoque de género han modificado la perspectiva respecto de los ODS. ¿Cuándo se empiezan a realizar estas reuniones? ¿Forman parte de las políticas internacionales o su reconocimiento está aún en proceso?

Hay que ubicar las cumbres de las mujeres en el tema de la participación de las mujeres en la ciencia. El tema de género es amplísimo, tiene muchísimas aristas y estas cumbres no necesariamente se enfocan en otros puntos fundamentales del tema, sino que están dirigidas hacia la participación en la ciencia. Surgen cuando la Comunidad Europea empieza a diseñar programas de apoyo económico a la ciencia. Aparece un movimiento feminista que denuncia la falta de apoyo a las mujeres en este

The Women's Summit and other meetings with a gender focus have changed the perspective on the SDGs. When did Women's Summits begin to be held? Are they already part of international policies or they still lack recognition?

Women's Summits are related to the issue of women's participation in science. Gender issue is very broad, it has many edges and these summits do not necessarily focus on other fundamental points of it, instead, they focused on participation in science and arose when the European Community began to design economic support programs in science. A feminist movement that denounces the lack of support for women in this area appeared, and Portia, an Europe-based organization, took the lead in these actions that began spreading around the world.

The first summit I attended was held in the United States; it was the first in North America. I was later part of the organization committee of one of these summits in Mexico City. Gender focus on SDGs was discussed in Korea. These summits have been multiplying around the world. In Portia's website (<https://portiaweb.org.uk/>) you can find the memories of all of them; they have very interesting documents accessible there.

Summits always include workshops. In Mexico, there was a whole series of workshops for indigenous women who received scholarships from the National Council for Science and Technology (CONACyT, Spanish initials) at the time, and it was very interesting because many of these women had never been to Mexico City. It was a truly exciting and important event. These summits are all about gender in science. They have addressed the issue of the gender dimension in research. In social sciences, for example, everything must be differentiated and reported with gender data; in natural sciences, there are many medical topics where gender matters: gender dimension tells us that equality must prevail, but there are differences to be considered and these differences can enrich our research.

ámbito y una organización con sede en Europa, Portia, asume la dirección de estas acciones que empiezan en Europa y luego se extienden por todo el mundo.

La primera cumbre a la que yo asistí fue en Estados Unidos; fue la primera realizada en Norteamérica. Después formé parte del comité que organizó una de estas cumbres en la Ciudad de México. Los ODS con enfoque de género se discutieron en Corea. Estas cumbres se han ido multiplicando en todo el mundo. En la página en internet de Portia (<https://portiaweb.org.uk/>) están las memorias de todas ellas, todas tienen documentos muy interesantes que se pueden consultar ahí.

Las cumbres siempre van acompañadas de talleres. En el caso de México hubo toda una serie de actividades para mujeres indígenas, becadas por CONACyT en su momento, y fue interesantísimo porque muchas de estas chicas no habían estado en la Ciudad de México. Fue un evento verdaderamente emocionante e importante. En estas cumbres todo gira alrededor del tema de género en la ciencia. Se ha abordado el tema de la dimensión de género en las investigaciones. Por ejemplo, en ciencias sociales todo debe venir diferenciado y reportado con diferencias de género; en ciencias naturales hay muchos temas médicos donde importa el género: la dimensión de género nos dice que, evidentemente, la igualdad debe prevalecer, pero hay diferencias a tomar en cuenta y esas diferencias pueden enriquecer nuestras investigaciones.

¿Cómo se aborda el tema de sostenibilidad en este contexto de dimensión de género?

En Corea se tomó el documento de las Naciones Unidas sobre los ODS y se reescribió incorporando en cada punto la dimensión de género. Tomen el caso que ustedes quieran; cambio climático, por ejemplo. El cambio climático está generando impactos diferenciados por género. Su impacto en las comunidades tiene que ver con diferencias de género; igualmente la pobreza, podemos preguntar respecto a las diferencias de género en relación con la pobreza pues, efectivamente, las mujeres sufren

How does gender perspective addresses sustainability?

In Korea we took the UN document on the SDGs and rewrote it, incorporating the gender dimension in each point. Take any case you want; climate change, for example. Climate change is generating gender-differentiated impacts. Its impact on communities has to do with gender differences; likewise poverty, we can ask about gender differences relative to poverty because, indeed, women suffer more from poverty, they carry more of poverty's burden in the family. Talking about education, are we educating girls well? Much of the women-in-science theme is focused on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) and encouraging girls to choose scientific and technical careers, to study careers that are normally considered masculine. There is a whole movement there closely linked to sustainability because, at the same time that the 2030 Agenda and the 17 SDGs were written in 2015, at that very moment, February 11 was defined as the day of girls and women in science. This means that women and girls are crucial in the quest for sustainable development because the challenges we face cannot be met without involving and giving weight to half of society, that is, women.

Isabella Quintana



Uso de una muñeca Barbie para expresar opresión de género
A Barbie doll used to represent gender oppression

más la pobreza, cargan más su peso en la familia. En cuanto a la educación, ¿estamos educando bien a las niñas? Gran parte de la problemática de las mujeres en la ciencia está enfocada al tema STEM (siglas en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y a motivar a las niñas a que escojan carreras científicas y técnicas, que estudien carreras que normalmente se consideran masculinas. Hay todo un movimiento ahí muy unido a la sostenibilidad porque, al mismo tiempo que se escribe la Agenda 2030 en 2015 y los diecisiete ODS, en ese mismo momento se define el 11 de febrero como el día de la niña y la mujer en la ciencia. Esto significa asumir que las mujeres y las niñas son cruciales en la búsqueda del desarrollo sostenible porque los retos que tenemos no se pueden enfrentar sin involucrar y darle peso a la mitad de la sociedad que somos las mujeres.

Se ha luchado para que las convocatorias de investigación sean equitativas porque las posibilidades para las mujeres en ciencia no lo son. Con la dimensión de género se pide que las convocatorias expliquen cómo cada investigación va a apoyar en el tema de género. Puede suceder que estudies, por ejemplo, nebulosas planetarias; parecería que eso no tiene nada que ver con el género, pero a lo mejor lo que se vuelve relevante es cómo voy a transmitir este conocimiento a las niñas para motivar a más de ellas a acercarse a la física y la astronomía. Es decir, siempre le puedes dar un toque en el cual el género quede incluido como perspectiva.

A mi marido le gusta contar una anécdota: una vez le compró a mi nieta un mecano; cuando se lo estaban empaquetando mencionó para quién era y la vendedora le dijo “Esto es un juguete de niño”. Él respondió: “Es que yo quiero que mi nieta sea ingeniera”. Había mujeres en la fila pagando y le aplaudieron. Definitivamente los juguetes tienen una importancia en el desarrollo infantil. Las famosas muñecas Barbie, por ejemplo, que han manejado los estereotipos masculino y femenino del pasado remoto, ahora están sacando una serie de muñecas científicas, una de ellas basada en la figura de Sara Gilbert, la académica de Oxford que está detrás de la vacuna AstraZeneca. Esto es muy

There has been a struggle for research calls to be equitable because the possibilities for women in science are not. With the gender dimension, it is requested that the calls explain how each research will support the gender issue. You may study, for example, planetary nebulae; it would seem that this has nothing to do with gender, but perhaps what becomes relevant is how I am going to transmit this knowledge to girls to motivate more of them to approach physics and astronomy. You can always give things a twist in which gender is included as a perspective.

My husband likes to tell an anecdote: he once bought my granddaughter a Meccano set; when it was being packaged, he mentioned who it was for and the saleswoman said, “This is a boy’s toy.” He replied: “I just want my granddaughter to be an engineer.” There were women in the paying line and they applauded him. Toys play an important role in children’s development. The famous Barbie dolls, for example, the ones which have handled the male and female stereotypes of the distant past, are now selling a series of science dolls, one of them based on the figure of Sara Gilbert, the Oxford academic behind the AstraZeneca vaccine... This is very important for many reasons; this is a woman scientist who is now in her fifties—women generally start research careers a little later because of family reasons—so the fact that a doll is a mature woman and a scientist is really a cultural shift. Toys are important, as are behaviors at school, and in the family; many times we have behavioral biases without realizing we have them because they are cultural issues. And it certainly has to do with sustainable development because it is based on equality; we want equal opportunities, and that makes gender issues closely related to sustainable development.

importante por muchos motivos; se trata de una mujer científica que está ya en sus cincuenta — las mujeres empiezan generalmente la carrera de investigación un poco más tarde por motivos familiares—, así que el hecho de que una muñeca sea una mujer madura y científica es definitivamente un cambio cultural. Los juguetes definitivamente son importantes, como los comportamientos en la escuela, la familia; muchas veces tenemos sesgos sin darnos cuenta porque es un tema cultural. Y sin duda tiene que ver con el desarrollo sostenible porque está basado en la igualdad; queremos que haya igualdad de oportunidades y eso hace que los temas de género estén muy relacionados con el desarrollo sostenible.

¿Cómo se promueve lo que está haciendo el movimiento STEM, que las niñas y las jóvenes pueden escoger carreras vistas como “de hombres”, mientras que las mujeres son identificadas como quienes realizan el cuidado de los otros?

El del servicio es todo un tema porque está muy basado en las mujeres. La pandemia agudizó esta problemática en la que se ha notado que impacta más severamente a las jóvenes. Chicas que antes sí hubieran estudiado, se han quedado en la casa apoyando a la familia. Siempre se espera que las mujeres asumamos las tareas de cuidado y servicio. Hay muchos estudios sobre esto, sobre la brecha de género y sobre cómo puede ser que tardemos mucho tiempo en cerrarla.

Podemos hacer talleres para las niñas, motivarlas. Hay un grupo que se llama Pauta, en el que estoy involucrada, que brinda talleres para animar a las niñas a que entren en carreras consideradas de hombres. Claro que esta discriminación afecta a las niñas y a los niños, porque ellos también se intertesan por carreras que no les dejan seguir porque “parecen femeninas”. Estamos buscando la igualdad de oportunidades para ambos. Todos estos talleres de ciencia deben de ser para ambos géneros. Y es muy importante enfocar este tema también en relación con la sostenibilidad.

How do you promote on a societal level what the STEM movement is doing, that girls and young women can choose careers that until recently had been seen as men’s careers (in some places they are still considered as such), while women are the ones taking care of others?

Services are a whole issue because they are very female-based. The pandemic has exacerbated this problem, which has been noted to have a more severe impact on young women. Girls who would have studied before, have stayed at home supporting their families. Women are always expected to assume the tasks of care and service. There are many studies on this, on the gender gap between women and men, and how it may still take a long time to close. We can do workshops for girls and motivate them; there’s a group called Pauta, in which I participate, that provides workshops to encourage girls to follow careers thought of as being for men only. Of course, this discrimination does not only affect girls but also boys because they also want to pursue careers that they are not allowed to because they “seem feminine.” We are seeking equal opportunities for both. All these science workshops should be for both genders. It is very important to focus on this issue also concerning sustainability.

UNAM is doing a lot, it has many activities and a new gender coordination (the Coordination for Gender Equality, CIGU-UNAM, Spanish initials). There are more women in managerial positions. UNAM has very relevant work in the area of gender equality.

SUSTAINABILITY IN SPANISH

Translation into Spanish of the English terms “sustainability” and “sustainable” has produced two different words, sostenible and sustentable which have generated some debate on which one is correct. Is this a relevant discussion?

There is a subtle difference between both Spanish words. We could use them as synonyms, many people do. English term is “sustainable”, which would seem to mean sustentable, but Spanish is a

La UNAM está haciendo muchísimo, tiene muchas actividades y una coordinación nueva de género (la Coordinación para la Igualdad de Género, CIGU-UNAM). Cada vez hay más mujeres en posiciones directivas; en fin, la UNAM tiene una labor muy relevante en el tema de la igualdad de género.

SOSTENIBLE O SUSTENTABLE

Los especialistas usan indistintamente las palabras “sustentable” y “sostenible”, ¿son lo mismo? Hay una sutil diferencia. En realidad, podríamos usarlas como sinónimos, mucha gente lo hace. En inglés se dice *sustainable*, que parecería “sustentable”, pero el español es un idioma con muchos más sinónimos que el inglés; tenemos dos palabras que parecen significar lo mismo, pero en realidad tú sostienes un argumento que ya está dado y sustentas un argumento dando más información. Es una sutileza que tiene que ver con las definiciones dadas por el grupo de Roma, lo que hizo Víctor Urquidí al trabajar en desarrollo sostenible. Él fue el primer mexicano que trabajó en estos temas; *sustainable* viene de esa reunión de las Naciones Unidas en la que se dio la definición. Cuando hablamos de desarrollo sustentable, hablamos sobre todo de herencia, del hecho de que debemos proteger el planeta, no nos lo podemos “gastar”, porque nuestros hijos y nietos no tienen otro; se los tenemos que preservar.

El grupo de Roma abre la discusión sobre preservar el planeta no solo para quienes vendrán después, sino para nuestros coetáneos, para que también vivan bien en esta generación. Hay gente que dice que sostenible se refiere a las generaciones por venir y sustentable abarca también a las contemporáneas. Es algo muy sutil, en general la gente los usa más bien como sinónimos.

En el Instituto de Energías Renovables todas las materias se definen como sustentabilidad. Hay materias como “Sustentabilidad y sociedad”, “Sustentabilidad y energías”, “Sustentabilidad y medio ambiente”. En los ODS se habla de desarrollo sostenible.

language with much more synonyms than English; we have two words that seem to mean the same thing. You *hold* (*sostener*) an argument that is already given, and you *sustain* (*sustentar*) it by giving more information. It is a subtlety, but it has to do with the definitions given by the Club of Rome, what Victor Urquidí did when working on sustainable development. He was the first Mexican to work on these issues; *sustainable* comes from that United Nations meeting, where the definition was given. When we speak of sustainable development, we speak above all, of inheritance, of the fact that we must protect the planet; we cannot “waste” it, because our children and grandchildren have no other; we must preserve it for them.

The Club of Rome opened the discussion about preserving the planet, not only for those who will come after us but also for our fellows so that they can live well in this generation. Some people say that *sostenible* refers to future generations and *sustentable* also includes contemporary generations. It's a very subtle thing, in general people use them more as synonyms.

At the Institute for Renewable Energies, all subjects are defined using *sustentabilidad*. There are subjects such as “Sustainability and Society,” “Sustainability and Energy,” and “Sustainability and Environment.” The SDGs use *sostenibilidad*. The challenges we face in reaching sustainable development are so great that discussing the word becomes irrelevant. I believe that they can be handled as synonyms, with a few subtleties in this regard.

Thinking about sustainable development goals in the 2030 Agenda, is progress being made to achieve the goals outlined seven years ago?, Are we going to be able to deliver?

Of course not, but we have made progress in some areas. It is also true that the SDGs did not contemplate the pandemic or Russia's invasion of Ukraine. These types of events inevitably destroy planning. The pandemic brought about a serious change. The

Es muy interesante la discusión porque la diferencia cualitativa por pequeña que sea, que usted esboza, nos ayuda a hablar de un peso más fuerte en ciertas actividades que no estaban contempladas en el ámbito de la sostenibilidad.

Aunque es tan grande el reto que enfrentamos de llegar a un desarrollo sustentable o sostenible que discutir la palabra se vuelve irrelevante. Yo creo que se pueden manejar como sinónimos con unas pequeñas sutilezas al respecto.

Pensando en los ODS, en la Agenda 2030, ¿se está avanzando para lograr los objetivos trazados hace siete años? ¿Vamos a poder cumplir?

Por supuesto que no, pero en algunos sí hemos avanzado. También es cierto que los ODS no contemplaban la pandemia ni la invasión de Rusia a Ucrania. Este tipo de eventos destruyen la planeación inevitablemente. La pandemia generó un cambio grave. La guerra afecta el uso de energías renovables, que ha seguido aumentando, porque también tienes que usar combustibles que tal vez ya no estabas usando. Estos eventos son tremendamente disruptivos. El documento de los ODS también incluye metas específicas que se pueden cuantificar. Son muy ambiciosas; por ejemplo, la meta de igualdad señala que para 2030 no deberá haber pobreza en el mundo. Evidentemente eso no se va a lograr, pero es muy importante y creo que en 2030 se van a evaluar todas estas metas y se va a planificar a partir de ahí.

Los ODS son una herencia de los Objetivos del Milenio (OM) y, de hecho, para pasar de los OM a los ODS se habían aprendido muchas cosas y, en muchos sentidos, se tomaron decisiones positivas a partir de lo que se había perdido. Creo que en 2030 va a haber una revisión; sí habrá avances, pero es casi imposible que se alcancen todas las metas.

Ahora bien, hay una diferencia importante en este momento respecto del cambio climático porque no nos va a perdonar: si no logramos reducir las emisiones de dióxido de carbono, la especie humana va a estar en peligro; eso es un hecho.

war affects the use of renewable energy, which has continued to increase because you also have to use fuels that maybe you weren't using anymore. These events are tremendously disruptive. The SDG document also includes specific targets that can be quantified. They are very ambitious; for example, the equality goal states that by 2030 there should be no poverty in the world. It is not going to be achieved, but it is very important, and I believe that in 2030 all these goals will be evaluated and we will plan again from there.

The SDGs are a legacy of the Millennium Development Goals (MDGs) and to move from the MDGs to the SDGs, much had been learned and, in many ways, positive decisions were made based on what had been lost. I believe that in 2030 there will be a review; yes, there will be progress, but it is almost impossible to achieve all the goals.

Now, there is an important difference concerning climate change because climate change will not spare us: if we do not manage to reduce carbon dioxide emissions, human species will be in danger; that is a fact.

We must also refer to the Conferences of the Parties (COP) of the United Nations Framework Convention on Climate Change, and agreements such as the Paris Agreement. The COP has just passed in Scotland and now another one is coming up in Egypt, where a commitment is being made to control the temperature increase so that it does not rise more than 1.5 degrees because, if it rises more than that, it will be catastrophic. We already have changes that we cannot reverse, that is why in climate change we talk about mitigation, of course, but we also talk about adaptation, since there are things that we must adapt to because they are going to stay that way.

We have been successful in some issues; we have to talk about Mario Molina's Chemistry Nobel Prize (1995), when he discovered that certain compounds were depleting ozone layer and that was how they could be controlled: by limiting aerosols, we were able to control the effect they

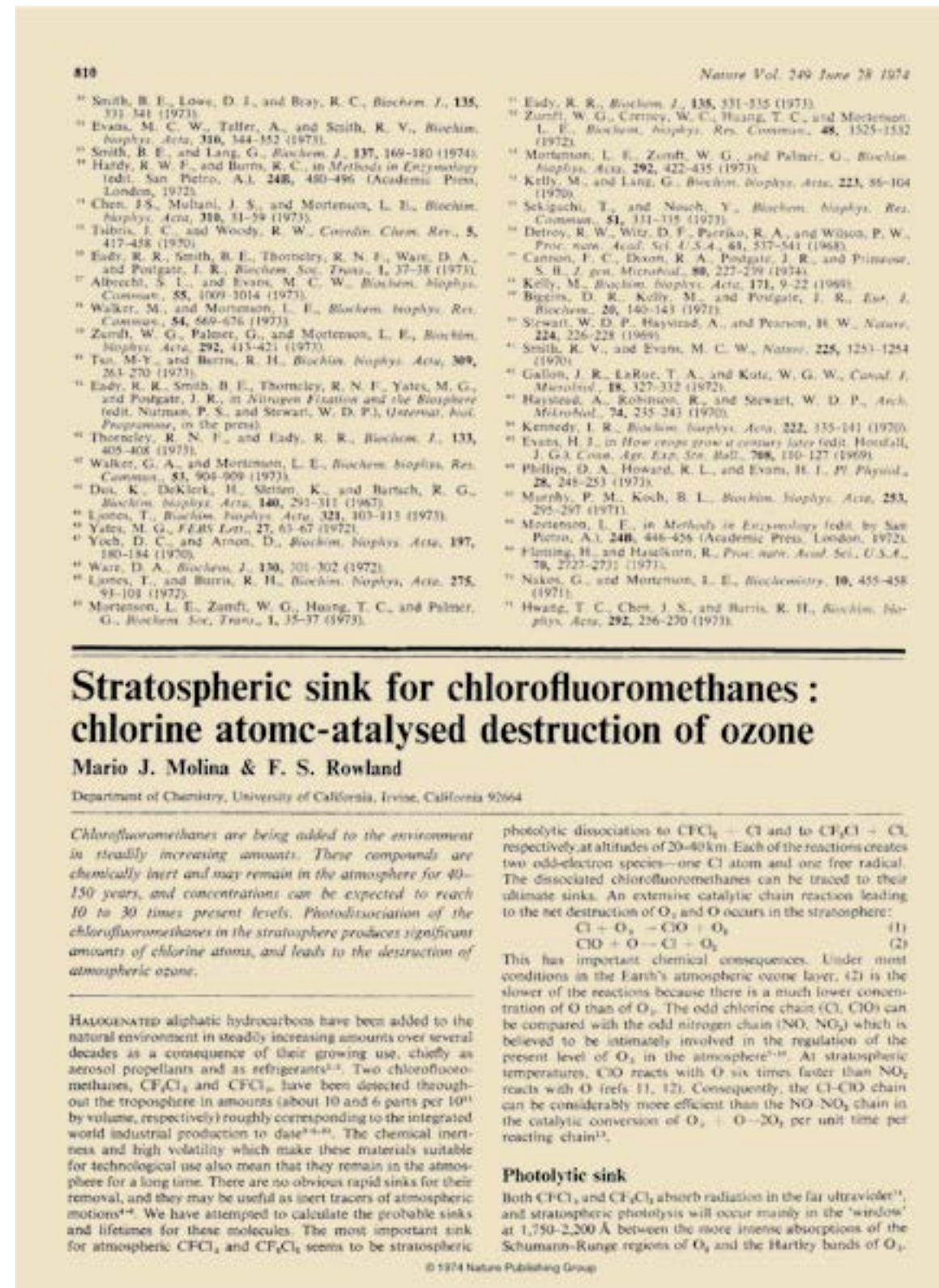
Tenemos que referirnos también a las Conferencias de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, y a los acuerdos como el Acuerdo de París. Acaba de pasar la COP en Escocia y ahora viene otra en Egipto, donde se está adoptando el compromiso de controlar el aumento de la temperatura para que no suba más de un grado y medio porque, si sube más que eso, será absolutamente catastrófico. Ya tenemos cambios que no podemos revertir, por eso en el cambio climático se habla de mitigación, desde luego, pero también se habla de adaptación, ya que hay cosas a las que tenemos que adaptarnos porque así se van a quedar.

En algunos aspectos hemos sido exitosos; tenemos que referirnos al premio Nobel que obtuvo Mario Molina, por ejemplo, por el descubrimiento de que ciertos compuestos estaban acabando con el ozono y gracias a eso se pudieron controlar. Al limitar los aerosoles se logró controlar el efecto que estaban teniendo en la capa de ozono; ahí fuimos muy exitosos. Sí hay cosas que podemos hacer y que sabemos hacer y podemos cumplir, y yo creo que esa debe ser la meta: tener esta comprensión y poder asumir compromisos.

Pero hay que aceptar que tenemos que vivir de otra manera: uno de los ODS contempla el consumo responsable, algo que cada uno de nosotros podría hacer: todos podríamos reciclar, todos podríamos reutilizar, así que hay cosas que definitivamente sí podemos hacer, que están en nuestras manos. Otras cosas dependen de un ámbito más amplio, están en la política y no dependen de nosotros.

¿Cuál es nuestra situación como país? ¿Hemos cumplido con los objetivos, estamos trabajando para reducir el deterioro ambiental?

Lo primero que deberíamos pedir es que se realice este análisis porque en este momento no se está haciendo. Hay grupos muy importantes, como el que está viendo los ODS en la UNAM y toda la investigación que la universidad realiza, pero no tenemos un documento oficial del gobierno para saber exactamente dónde estamos. Sería fantástico que hubiera un análisis de cómo está México respecto de todos los ODS y que hubiera datos. Sabemos que muchas cosas están mal y no tenemos



Página de la revista Nature 249, junio de 1974, con el artículo de M. Molina y F. S. Rowland que informa sobre daños a la capa de ozono por uso de aerosoles Original paper by M. Molina and F. S. Rowland in Nature 249 (June, 1974) reporting on damages to the ozone layer by aerosols Fuente / Source: Nature (<https://www.nature.com/articles/249810a0>)

were having on the ozone layer. There are things that we can do, things we know how to do and that we can fulfill, and I believe that this should be the goal: to have this understanding and to assume commitments.

But we need to assume that we must live differently: one of the SDGs contemplates responsible consumption, something that each one of us could do: we could all recycle, we could all reuse, so there are things that we can do, things that are in our hands. Other things depend on a broader scope, they are in politics and not in our hands.

What the situation of Mexico as a country? Have we met the objectives, are we working to reduce environmental degradation?

The first thing we should ask for is for this analysis to be done because at the moment it is not being done. Of course, there are very important groups, such as the group that is looking at the SDGs at UNAM and all the research that the university is doing, but we do not have an official document from the government that lets us know exactly where we are. It would be great if there was an analysis of how Mexico is doing concerning all the SDGs and if there were data. We know that many things are wrong and we do not have the precise data to be able to plan adequately. The National Institute of Statistics and Geography (INEGI, Spanish initials) provides us with very reliable reports but, to include them in the topic of sustainability and the SDGs, it would be necessary to analyze all these data together. I would say that the problem now is that we don't quite know where we are.

We have the issue of renewable energies, we have to move towards them, and we have a series of projects in this regard, but we do have to make the transition, with increasing enthusiasm, to be able to control carbon dioxide emissions.

RENEWABLE ENERGIES

Could you mention some areas where renewable energies are growing?

One area where they are a total success is solar cells. Photovoltaic panels are based on a principle of quantum mechanics, the photovoltaic effect, which makes it

Porcentaje de energía renovable respecto del total del consumo por país en América Latina
 Renewable share per country in total final energy consumption in Latin America
 Fuente / Source: International Energy Agency
 (<https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/modern-renewables>)



los datos precisos para poder planear qué hace falta concretamente. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) nos da reportes muy confiables, pero para poderlos englobar en el tema de la sostenibilidad y los ODS, haría falta una reflexión con todos estos datos juntos. Yo diría que el problema en este momento es que no sabemos bien dónde estamos.

Tenemos el tema de las energías renovables, hay que ir hacia ellas y tenemos una serie de proyectos al respecto, pero sí tenemos que ir haciendo la transición, cada vez con más entusiasmo, para poder controlar las emisiones de dióxido de carbono.

ENERGÍAS RENOVABLES

¿Podría mencionar algunos ámbitos en los que las energías renovables están ganando terreno?

Un ámbito en que las energías renovables son un éxito total es el de las celdas solares. Los paneles fotovoltaicos se basan en un principio de la mecánica cuántica, el efecto fotovoltaico, que permite extraer una corriente eléctrica. Las primeras celdas

possible to extract an electric current. The first cells were made for outer space because it was necessary to solve the problem of capturing energy without depending on Earth. People can't even imagine how their lives are marked by things that were designed for space exploration; the list is huge, starting with Teflon. The first solar cells were made for outer space and were extremely expensive, but now the costs have dropped dramatically and there is a great variety of materials that can be used to make solar cells, organic cells, and even very thin cells that can be glued to roofs. There has been a change there: solar cells are spectacular and also allow what can be called a local and distributed solution because there are places where a cable will never reach, but instead, you can put your photovoltaic panels. The panels, if placed somewhere isolated, must be accompanied by a good storage system and batteries have also had a very important development in recent years as storage technology. Well, there is a solution with solar cells that is so simple and so easy to do—I have it in my house and so do many people: you put cells on your roof and you make an agreement with the Federal Commission

se hicieron para el espacio exterior porque había que resolver la captación de energía sin depender de la Tierra. La gente ni se imagina cómo su vida está marcada por cosas que se hicieron para la exploración espacial; la lista es enorme, desde el teflón. Las primeras celdas solares fueron hechas para el espacio exterior y eran extremadamente caras, pero ahora los costos se han abatido de una manera impresionante y hay una gran variedad de materiales con los que se pueden hacer celdas solares, celdas orgánicas, inclusive celdas muy delgadas que se pueden pegar en los techos. Ha habido un cambio ahí: las celdas solares son absolutamente espectaculares y además permiten lo que se puede llamar una solución local y distribuida porque hay lugares a los que jamás va a llegar un cable, pero, en cambio, puedes poner tus paneles fotovoltaicos. Los paneles, si se colocan en algún lugar aislado, deben estar acompañados de un buen sistema de almacenamiento y las baterías también han tenido un desarrollo muy importante en los últimos años como tecnología de almacenamiento. Hay una solución con celdas solares simple y fácil de hacer, yo, como mucha gente, la tengo en mi casa: colocas celdas en el techo, pero haces un convenio con la Comisión Federal de Electricidad; te vuelves parte del sistema y te ponen un medidor que registra durante el día la electricidad que se está metiendo a la red y que va en una dirección. Luego, en la noche, cuando tú consumes electricidad, el medidor va en la otra dirección y al final pagas la diferencia: si produjiste más electricidad que la que recibiste no es que te vayan a pagar (no estás vendiendo energía), sino que estás completando. Así, si no has gastado, tu recibo viene por una cantidad ridícula, básicamente el impuesto por estar conectado a la red. Las celdas solares son una solución absolutamente probada y tecnológicamente segura y, además, económicamente accesible. Si haces una granja de celdas solares puedes producir muchísima electricidad.

Hay un proyecto del gobierno de hacer una granja enorme de celdas solares en el desierto de Sonora, porque efectivamente nosotros tenemos muchísimo territorio para hacer esto. Hay países

of Electricity; you become part of the system and they put a device that measures electricity being fed into the grid in one direction during the day. Then, at night, when you use electricity, the device counts in the other direction, and in the end, you pay the difference: if you produced more electricity than you received, you are not getting paid (you are not an energy seller), but you are completing. So, if you haven't spent, your bill comes for a ridiculous amount, basically the tax caused by being connected to the grid. Solar cells are an absolutely proven and technologically safe solution that is also affordable. If you make a solar cell farm you can produce a lot of electricity.

There is a government project to build a huge solar cell farm in the Sonora desert because we have a lot of land to do this. Some countries do not have as much solar energy and some do not have as much territory. We can do these kinds of projects: we have sun, we have desert, we can put up a gigantic farm. Solar technologies are highly developed and technologically accessible, as is wind power.

In the case of wind power, hasn't it also generated some social controversy? There have been negative social impacts.

I think there's still a lot of work to be done creating projects that encourage collaboration beyond the task. We have to think about how we are going to encourage the exchange, but, in our experience, I think this first attempt has had its benefits. The students saw people from the other side of the Atlantic, at the Humboldt University of Berlin, who are not that different from them. There is always a fear of "What am I learning? Am I learning at our level here or theirs?", or "I'm a very good student here, but would I be very good also there?" Well, these concerns somehow vanished and I think that for some students who later on would want to do a degree or doctorate course in Germany, this experience would be very useful. They already have an idea on how the courses are like overthere, how people are, for example, how the oral exams are

que no tienen tanta energía solar, y países que no tienen tanto territorio. Nosotros podemos hacer este tipo de proyectos: tenemos sol, tenemos desierto, podemos poner una granja gigantesca. Las tecnologías solares están muy desarrolladas y son accesibles, como la eólica.

En el caso de la eólica, ¿no ha generado también alguna controversia de tipo social? Ha habido impactos sociales negativos.

Yo creo que eso es algo que todavía se debe trabajar, con proyectos que incentiven la colaboración más allá de la tarea. Son cosas que tenemos que pensar cómo implementar, pero, en nuestra experiencia, considero que tiene beneficios incluso este primer intento. Los estudiantes vieron que, del otro lado del Atlántico, en la Universidad Humboldt de Berlín, también hay personas que no son tan diferentes. Siempre hay un miedo de “¿Qué estaré aprendiendo yo? ¿Estaré aprendiendo al nivel de aquí o al de allá?”, o “Soy muy bueno aquí, pero, ¿seré muy bueno allá?”. En fin, este tipo de

since it is a very common way of evaluation in Germany. The first time I submitted myself to an oral, it was terrifying. There is a less traumatic way of finding out; talking to their peers over there, they can realize about their strengths and weaknesses in maths.

Geothermal energy is also a great solution, but it depends on whether you have the potential as a country. Mexico has it, geothermal energy has been in use for many years and in correct forms. Renewable energies have obvious advantages. They are not clean in the carbon dioxide sense because there is no such thing as total cleanliness. Everyone should be clear that just by existing you are already polluting. If you take remediation measures, it somehow pays off; renewable energies are technologies that have great potential. Oceanic energy is perhaps one of the least developed, but we also have potential along our coasts. It consists of taking advantage of tides and waves (both versions are possible); as the tide rises and falls, it moves a turbine. It has to be a well-thought-out process, done intelligently and calmly. It is not something that can be done overnight.



Turbinas eólicas, Parque Eólico La Venta, Oaxaca, México
Wind turbines at La Venta Wind Park, Oaxaca, Mexico

 Laloixx

preocupaciones de alguna manera se diluyen y yo creo que para algún estudiante que más tarde quisiera hacer un posgrado o doctorado en Alemania, esta experiencia sería muy positiva, porque ya tiene una idea de cómo son los cursos allá, cómo son, por ejemplo, los exámenes orales, muy comunes en Alemania. La primera vez que yo tuve que hacer uno fue de terror. Son cosas que se aprenden de una manera menos traumática; hablando con sus compañeros de allá pueden ver que tal vez tienen mayor fortaleza en alguna parte de las matemáticas y menor en otra.

La geotermia también es una gran solución, pero ahí sí depende de si tienes el potencial como país. México lo tiene, hace muchos años que se aprovecha la geotermia y se aprovecha bien. Las energías renovables tienen evidentes ventajas. No son limpias en el sentido del dióxido de carbono porque no existe la limpieza total. Todo el mundo debe tener claro que solo por existir ya estás contaminando. Si tomas medidas de reparación de alguna manera se compensa; las renovables son tecnologías que tienen muchas posibilidades. La oceánica es tal vez una de las menos desarrolladas, pero también tenemos potencial por nuestras costas. Consiste en el aprovechamiento de las mareas y el oleaje, hay las dos vertientes; al subir y bajar la marea produce movimiento en una turbina. Tiene que ser un proceso bien pensado, hecho con inteligencia, con calma. No es una cosa que se pueda hacer de la noche a la mañana.

Por otro lado, las reservas fósiles siguen teniendo otras aplicaciones muy importantes como las de la industria petroquímica, y no es conveniente detenerlas. Sí es clara la diferencia entre lo renovable y lo no renovable. La energía renovable, para nuestra escala de vida, siempre va a estar aquí: el sol se va a apagar en algunos millones de años, pero ese ya no será nuestro problema; tenemos problemas mucho más inmediatos. Para nosotros el sol es eterno y es lo que se llama una fuente de energía renovable, y el viento viene del sol. La geotermia viene

On the other hand, fossil reserves continue to have other very important applications, such as in the petrochemical industry, and it is not advisable to stop them. The difference between renewable and non-renewable is clear. Renewable energy, for our scale of life, will always be here: the sun will go out in a few million years, but that will not be our problem; we have much more immediate problems. For us, the sun is eternal and is what is called a renewable energy source, and the wind comes from the sun. Geothermal comes from reactions in the center of the Earth that are not going to end, so all of that is renewable. As for non-renewables, fossil resources took millions of years to form: a dinosaur was left dead in a swamp—well, I’m simplifying and using dinosaurs as an example because people like dinosaurs—and that organic material eventually turned into oil, but it took millions of years. So in a few seconds, we burn up what cost nature so much: they are non-renewable resources: those we really cannot renew. Minerals are not renewable either, they must also be treated with great care.

What is very important is that we don’t have another planet, there is no other place where we can go to live, so we must solve the problem here. There is a lot of searching being done, for a planet that could hold life, and some very distant systems have been located. But we will never reach them, so this is the only planet for us, and we must take care of it.

They talk about Mars colonization in certain business circles...

We can travel to Mars, but we can’t live there, it’s a completely wild environment. If you want to live forever with a mask and in an oxygenated little place, then yes, you could go to Mars, but life as we know it only exists on this planet, for the time being. There may be habitable planets far, far away, but we can’t get there because we can’t move faster than light, and they are thousands of light-years away; there is no way to reach them as we are.

de reacciones en el centro de la Tierra que no se van a terminar, así que todo eso es renovable. En cuanto a las no renovables, a los recursos fósiles les costó millones de años formarse: un dinosaurio quedó muerto en un pantano —bueno, estoy simplificando y poniendo dinosaurios de ejemplo porque a la gente le gustan los dinosaurios— y ese material orgánico con el tiempo se volvió petróleo, pero pasaron millones de años. Entonces en unos segundos quemamos lo que le costó tanto a la naturaleza; son recursos no renovables, realmente no los podemos renovar. Tampoco los minerales son renovables, también deben ser tratados con mucho cuidado.

Lo que es muy importante es que no tenemos otro planeta, no hay otro lugar a donde podamos ir a vivir así que tenemos que resolver el problema aquí. Se busca mucho algún planeta donde pudiera haber vida y se han localizado algunos sistemas muy lejanos a los que nunca podríamos llegar, así que este es el único planeta para nosotros y tenemos que cuidarlo.

Se habla de colonización de Marte en determinados círculos empresariales...

Podremos ir a Marte, pero no vivir ahí, es un ambiente completamente agreste. Si quieres vivir siempre con una máscara y en un lugarcito oxigenado, pues sí podrías ir a Marte, pero, la vida como la conocemos solamente existe en este planeta de momento. Puede que haya planetas habitables muy, muy lejanos, pero no podemos llegar porque no podemos movernos más rápido que la luz y están a miles de años luz; no hay forma de llegar a ellos como somos.

El cuidado del planeta, entonces, es muy importante. Hay una serie de estudios alrededor de esto, los límites planetarios; cómo tenemos que cuidar el planeta. Los planetas buenos son muy difíciles de encontrar y Marte no es un planeta bueno, no para vivir. Tiene otras ventajas pero no para vivir. ●

Caring for the planet, then, is very important. There are several studies around this: planetary boundaries, and how we have to take care of the planet. Good planets are very hard to find and Mars is not a good planet, not to live in. It has other advantages but not for living. ●

Julia Tagüeña Parga studied Physics at UNAM and obtained her Science PhD in at the University of Oxford, Great Britain. She has dedicated her professional life to research and science dissemination. She is a member of the Mexican Academy of Sciences, Morelos Academy of Sciences, and the Mexican Society for Science and Technology Dissemination. She has level III in the National System of Researchers and teaches postgraduate courses in Engineering (Energy), Physics, and Philosophy of Science. She has been UNAM's General Director of Science Dissemination as well as of the Center for Energy Research, in charge of UNAM's office at the Institute for Renewable Energies.

English version by Ángel Mandujano.



Planta de energía geotérmica en Los Azufres, Michoacán, México
Geothermal energy plant in Los Azufres, Michoacán, Mexico

📷 Juan Carlos Fonseca Mata

Julia Tagüeña Parga estudió Física en la UNAM y obtuvo el doctorado en Ciencias en la Universidad de Oxford, Reino Unido. Ha dedicado su vida profesional a la investigación y a la comunicación de la ciencia. Perteneció a la Academia Mexicana de Ciencias, a la Academia de Ciencias de Morelos y a la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica. Es nivel III del Sistema Nacional de Investigadores y enseña en los posgrados de Ingeniería (energía), Física y Filosofía de la Ciencia. Ha sido directora general de Divulgación de la Ciencia en la UNAM y del Centro de Investigación en Energía. Está a cargo del despacho del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.

La Estación Científica La Malinche

La Malinche Scientific Station

Conservación del bosque
de alta montaña en México

Preserving High Mountain
Forests in Mexico

Entrevista con/Interview with
Margarita Martínez y Arturo Estrada-Torres

La Malinche es un área natural protegida que cuenta con la única estación científica ubicada en bosques de alta montaña en México. Dos investigadores que realizan intenso trabajo en el parque —Margarita Martínez, de la UNAM, y Arturo Estrada-Torres, de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx)—, nos comparten los antecedentes y perspectivas de este proyecto a través de sus experiencias.

¿Cómo nace la Estación Científica La Malinche?
La idea inicial de establecer un área de trabajo en el Parque Nacional La Malinche (PNLM) surgió a partir de la necesidad de investigadores e investigadoras de la UNAM y de la UATx de comparar la biología y la conducta reproductiva del conejo

La Malinche is a protected natural area that holds the only scientific station in the high mountain forests of Mexico. Two researchers based in the park where they carry out intense research work —Margarita Martínez, from UNAM, and Arturo Estrada-Torres, from the Autonomous University of Tlaxcala (UATx, Spanish initials)— tell us about the project's history and future.

How was La Malinche Scientific Station created?
It was initially the idea of UNAM and UATx researchers, who wished to establish a research station in La Malinche National Park (PNLM, Spanish initials) to study the biology and reproductive behavior of the European rabbit and



Estación científica La Malinche
La Malinche Scientific Station

📷 Iván Bravo / UATx

européo con la del conejo silvestre mexicano. Para ello se requería de un encierro que permitiera realizar las observaciones *in situ* del conejo silvestre. Después se pensó que, con algo de infraestructura para realizar ese estudio, se podrían desarrollar otros muchos estudios en condiciones óptimas. Por ello se planeó que la Estación Científica La Malinche (ECLM) ofreciera facilidades mínimas para trabajar y hospedarse. La estación ha recibido investigadores de diversos países, principalmente de España y Francia, pero también de Australia, Bélgica, Brasil, Costa Rica, Estados Unidos, Hungría y Portugal, entre otros.

La ECLM se estableció en la Fractura Central de la ladera este del volcán La Malinche. En este lugar se encuentra uno de los bosques de oyamel mejor conservados, donde es frecuente observar conejos silvestres de la especie *Sylvilagus cunicularius*, objeto de los estudios originales.

to compare it with the Mexican wild rabbit. The task required an isolated situation in order to develop *in situ* observations. Then, it was thought that by building the infrastructure for this project and having the right conditions, further studies could be developed. This is why it was planned that La Malinche Scientific Station (ECLM, Spanish initials) would have minimum accommodation and working facilities. The station has received researchers from different countries, mainly from France and Spain but also from Australia, Belgium, Brazil, Costa Rica, United States, Hungary and Portugal, among others.

The ECLM was established in the Central Fracture of the eastern slope of La Malinche volcano. The oyamel (*Abies religiosa*) forest of this region is one of the best preserved and the wild rabbits of the species *Sylvilagus cunicularius*, the first object of study, is commonly found there.

La ECLM se fundó a través de un convenio entre el Gobierno del estado de Tlaxcala, el municipio y el ejido de Ixtenco, la UATx y la UNAM, las dos instituciones de educación superior que tienen a su cargo el manejo de la estación

¿En qué estado de conservación se encuentran los bosques de alta montaña en México?

Se encuentran representados por bosques de coníferas dominados principalmente por pinos y en menor proporción por otras coníferas como oyameles y pinabetes, y por bosques de encinos, aunque también es frecuente encontrar bosques mixtos de pino y encino. Se les conoce también como bosques templados y se encuentran entre los dos mil y los tres mil cuatrocientos metros sobre el nivel del mar. Se distribuyen en las grandes cadenas montañosas del país, como la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur, la Sierra Norte de Oaxaca y los Altos de Chiapas, aunque también los podemos encontrar en el norte de Baja California (en la Sierras de Juárez y de San Pedro Mártir) y en el extremo meridional de Baja California Sur. De esta forma, encontramos bosques templados prácticamente en todas las entidades federativas del país, con excepción de los estados de Tabasco, Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Vista de los bosques de La Malinche
A view of La Malinche's forests

The station came into existence through the agreement between the Government of Tlaxcala state, the municipality and *ejido* of Ixtenco, UATx and UNAM; both academic institutions are responsible for the station's management.

How well preserved are Mexican high mountain forests?

High-mountain forests in Mexico are mainly made of conifers like pine, oyameles, and firs in lesser numbers. There are *encino* forests (varieties of American oak trees) as well and we can frequently find areas with both, pine and *encino* trees. Known as temperate forests, they are situated in altitudes ranging from 2 000 to 3 400 m above sea level as they expand mostly over the large mountain ranges of the country such as the Sierra Madre Oriental, the Sierra Madre Occidental, the Trans-Mexican Neo-Volcanic Belt, the Sierra Madre del Sur, the Sierra Norte de Oaxaca and the Altos de Chiapas. Some of these forests are also scattered throughout the north of Baja California, in the mountains of Sierra de Juárez and Sierra de San Pedro Mártir, and in the south tip of Baja California Sur. Therefore, these forests are distributed over almost every Mexican state, with the exception of Tabasco, Yucatán, Campeche and Quintana Roo.

De acuerdo con datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se calcula que los bosques templados cubrían originalmente en el país una superficie de 439 557 kilómetros cuadrados, pero en 2014 ya se habían reducido a 324 183, por lo que la superficie perdida se estima en poco más del 26 %. Del área aún cubierta por estos bosques, el 61.13 % (198 176 kilómetros cuadrados) se encuentra relativamente en buen estado de conservación, en tanto que el 38.87 % (126 006 kilómetros cuadrados) se encuentra perturbado.

Los bosques de alta montaña de mayor extensión y grado de conservación se encuentran en la Sierra Madre Oriental; los estados de Chihuahua y Durango conservan gran parte de sus bosques como vegetación primaria. Por otra parte, los bosques de Veracruz y Tlaxcala han sufrido una intensa fragmentación, y queda solo una pequeña fracción de su extensión original, muchas veces en un fuerte estado de degradación. En menor extensión, los bosques templados del Estado de México, Morelos y la Ciudad de México han sufrido también una fuerte reducción de sus áreas de distribución.

According to data from the National Commission on Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO, Spanish initials), it is estimated that temperate forests originally covered an area of 439,557 square kilometers, but in 2014 they had already been reduced to 324,183 square kilometers, so there is a decrease of approximately 26.25%. Out of the covered area, 61.13% (198,176 km²) remains relatively well preserved, while the other 38.87% (126,006 km²) has been disturbed.

The larger and best-preserved high mountain forests are located in the Sierra Madre Oriental; in the states of Chihuahua and Durango, they contain most of the original vegetation. On the contrary, in Veracruz and Tlaxcala, forests have undergone huge fragmentation and the small fraction of remaining natural forests is under severe degradation conditions. Though naturally expanded over a smaller territory, temperate forests of Mexico and Morelos states and of Mexico City have experienced quite a significant reduction of distribution areas.

📷 Iván Bravo / UATx



El PNLM tiene alrededor de cuarenta y cinco mil hectáreas, pero solo diecisiete mil de ellas son bosque de alta montaña conservado. ¿La estación trabaja para ampliar el área de bosque para conservación? ¿La conservación tiene implicaciones positivas en términos de mitigación de los efectos del cambio climático?

El principal factor que ha disminuido el área boscosa del PNLM es el cambio de uso del suelo, por el que las áreas forestales se convierten en zonas agrícolas y, en menor extensión, en zonas urbanas. No obstante, existen muchos otros factores que van deteriorando la calidad y extensión de los bosques del parque. Entre otros, se pueden mencionar la tala ilegal, que es un fuerte problema en algunas zonas de La Malinche; los incendios forestales, muchas veces provocados; el ocoteo, es decir el corte de lajas de madera del árbol en pie con el objeto de inducir la resinación del árbol para obtener madera impregnada con resina que se utiliza como material combustible; la compactación del suelo por el paso de personas y ganado; el pisoteo por los turistas o el ramoneo por animales domésticos sobre las plántulas recién emergidas de la semilla, y la introducción de especies exóticas en los programas de reforestación, sobre todo en el pasado.

En los últimos años, se ha sumado también el debilitamiento sufrido por los árboles debido al incremento de la temperatura y la disminución de la precipitación provocados por el cambio climático, lo que a su vez favorece la invasión del arbolado por escarabajos descortezadores que solo en los años recientes han causado la pérdida de cientos de hectáreas de bosque en el área protegida.

La ECLM no trabaja de manera directa en actividades de reforestación en el parque nacional; esto es tarea de otras instancias federales, estatales y municipales como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFORE), la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de



Vista de las montañas en La Malinche
La Malinche mountain view
Iván Bravo / UATx

PNLM covers approximately 45 thousand hectares, but only 17 thousand are protected. Does the station aim at expanding this area for conservation purposes? And does conservation have positive implications in terms of mitigating the effects of climate change?

Land use changes are the main cause of forests decrease at the PNLM. Wood areas are destined for agriculture and smaller extensions are becoming urbanized. However, there are many other reasons why the quality and expanse of the park's forests are deteriorating. Some of them are the illegal logging, which is a severe problem affecting several sections at La Malinche; fires, often intentionally provoked; ocoteo, the cutting of wood chunks from standing trees in order to induce resin production and collect resin-impregnated wood that is used as fuel; soil compacting due to people and livestock pressure; damage to newly emerged seedlings planted from the very seeds due to tourists or domestic animals rambling and the introduction of exotic species during reforestation programs, mostly done in the past.

Tlaxcala y la propia dirección del PNLM. La UATx se ha sumado a estos esfuerzos a través de la invitación a estudiantes como voluntarios que apoyan las campañas de reforestación.

La ECLM trabaja en otros dos frentes para la conservación de los bosques de La Malinche. Primero, generando información básica útil para actualizar y mejorar los planes de manejo de los bosques de la montaña, por ejemplo, a través de la recomendación de la conservación de áreas de regeneración arbórea que han sido detectadas por nuestros monitoreos. También se han realizado estudios sobre hongos ectomicorrizógenos asociados con las especies forestales, buscando seleccionar aquellas que tengan mayor potencial para inducir el crecimiento de los árboles. Otro de nuestros estudios ha regionalizado las reservas de carbono de los suelos del PNLM, generando información sobre áreas prioritarias para la conservación, como aquellas que cuentan con las reservas más importantes de carbono secuestrado en el suelo, que generalmente se encuentran en las zonas con los bosques mejor conservados.

También se ha evaluado el caudal ecológico de La Malinche, se ha calculado el volumen de agua que están generando los manantiales, y se dan recomendaciones sobre cuánto debería mantenerse para el abastecimiento de agua para la flora y la fauna locales.

El otro frente en el que trabajamos es la comunicación de nuestros resultados a las comunidades asentadas en las faldas de la montaña. Con esto tratamos de enfatizar la importancia que tiene la conservación del bosque y de sus recursos no solo para la economía de las comunidades, sino también para la salud humana. Con la participación de investigadores y estudiantes, se realizan exposiciones sobre los diferentes taxones estudiados, así como sobre el agua y el cambio climático, con materiales didácticos destinados a niños y jóvenes. También se organizan visitas guiadas por La Malinche a las escuelas que las solicitan.

In recent years, trees have also been weakening due to the increase in temperature and the lack of rainfall resulting from climate change. This situation has favored the invasion of debarking beetles causing the loss of hundreds of forest hectares in the protected area.

ECLM is not directly engaged on the reforestation activities in the PNLM; this is the task of federal, state and municipal entities such as the Natural resources and Environment Secretary (SEMARNAT, Spanish initials), the National Forestry Commission (CONAFORE), the Tlaxcala state Environment Secretary and the PNLM's management board. UATx has joined the efforts made by inviting students as volunteers to support reforestation campaigns.

The ECLM is active in two other aspects of conservation in La Malinche forests. In first place, we generate basic information used to update and improve mountain-forests management plans, for example, by making recommendations on tree regeneration sites discovered while monitoring the region. Studies have also been developed on ectomycorrhizal fungi associated with forest tree species aiming to select those that have the greatest potential to induce tree growth. In a different study, we did a regionalized analysis of carbon stocks in the PNLM soil obtaining information on sections with the highest levels of sequestered carbon for priority conservation purposes. Those sections are usually covered by the best-preserved forests.

In addition, we have assessed La Malinche ecological flows and calculated the volume of water emanating from springs to make recommendations on how much water should be kept for the local flora and fauna supply.

The other aspect of our work is communicating our results to the communities that live in the mountain slopes. Our purpose is to emphasize the importance of protecting the forest and its resources not only in favor of the communities' economy, but also due to the forests' benefits on human health. With the participation of

Se ha descrito la zona como de “alto valor biológico y sociocultural”, ¿en qué consiste este valor en ambos casos? ¿Existe una relación entre el valor biológico y el sociocultural??

El valor biológico de La Malinche consiste en que sus áreas boscosas resguardan aún una gran variedad de especies de plantas, animales y microorganismos, muchos de ellos endémicos del Eje Volcánico Transmexicano, la cadena montañosa que atraviesa México desde la costa del Golfo hasta la del Pacífico y en la que se encuentra La Malinche. Estas especies, por lo tanto, no se encuentran en ninguna otra parte del mundo, pues se originaron justamente en esta área a lo largo de millones y millones de años y su desaparición implica la pérdida de recursos genéticos irremplazables que podrían ser soluciones potenciales para problemas de salud, de producción de alimentos o de contaminación ambiental, entre otros.

Las especies de plantas y animales no viven aisladas, sino interactuando entre sí y son precisamente esas interacciones las que mantienen el funcionamiento del bosque. Los bosques del PNLM tienen también un alto valor paisajístico por su gran belleza. En conjunto, la diversidad biológica que aún se mantiene en la montaña presta servicios ambientales vitales para la sobrevivencia de las comunidades humanas de la región, cuyo bienestar depende de la conservación del bosque a largo plazo.

Al ser una montaña aislada que domina todo el valle poblano-tlaxcalteca, La Malinche fue, sin duda alguna, un punto de referencia astronómico para las culturas locales, por lo que ha sido considerada como un marcador calendárico de horizonte. También llamada Matlacuéytl, desde tiempos prehispánicos ha sido considerada una montaña sagrada relacionada con las deidades del agua y la fertilidad y su importancia como sitio ritual fue registrada en los escritos de los cronistas del virreinato como fray Juan de Torquemada, fray Toribio de Benavente o Francisco Xavier Clavijero.

researchers and students, we make exhibitions on the different taxa studied as well as on water and climate change, using educational materials for children and youngsters. Guided tours in La Malinche area are also offered at schools' requests.

The area has been described as having great biological and sociocultural value, what does it mean? Are biological and sociocultural contexts related?

From the biological point of view, La Malinche forests are highly valuable because they are home to a wide variety of species of plants, animals and microorganisms; many of them are endemic of the Trans-Mexican Neo-Volcanic Belt, the mountain range that crosses Mexico from the Gulf to the Pacific coasts where La Malinche is located. These species, therefore, are not found anywhere else in the world since they originated precisely in this area over millions and millions of years. Their disappearance means losing irreplaceable genetic resources that could offer potential solutions for health problems, food production, environmental pollution, among other advantages.

Plants and animals do not live in isolation, they are always interacting. These interactions keep the forest functioning. PNLM woods are highly appreciated landscapes because of their beauty. The biological diversity that populates the mountain is environmentally vital for the survival of human communities in the region, so the well-being of these communities depends on biodiversity conservation in the long-term.

La Malinche is an isolated mountain that dominates the Puebla-Taxcala valley, so it was, no doubt, an astronomical reference point for local cultures. Thus, it is considered a horizon-determined calendrical marker. Also called Matlacuéytl since pre-Hispanic times, it has been regarded as a sacred mountain related to water and fertility deities. It's the site's ritual role was

La Malinche sigue siendo una figura central en la cosmovisión de las poblaciones tlaxcaltecas de las inmediaciones de la montaña, mismas que incluso siguen practicando rituales para pedir lluvias a las deidades o procesiones y ceremonias en las que se agradece el haber tenido lluvias oportunas para los cultivos. También provee de numerosos recursos a los pobladores que viven en sus inmediaciones y es aquí en donde podemos ver la interrelación de los valores biológicos y los socioculturales. Entre dichos recursos podemos mencionar madera para construcción, carbón y leña como combustibles, *ocoshal* (hojas en forma de aguja de ciertas especies de pino, con las que se elaboran artículos artesanales), plantas silvestres medicinales y comestibles, arena, musgos, animales silvestres para consumo humano y hongos silvestres comestibles. Por ejemplo, los recolectores de hongos de los pueblos asentados en la montaña tienen un conocimiento profundo de la biología fúngica y conocen más de un centenar de especies comestibles; ellos saben diferenciar las especies tóxicas y las no comestibles desde muy temprana edad; conocen en detalle la morfología de las especies, los sitios y épocas en que se desarrollan y las clasifican de acuerdo con sus semejanzas y diferencias, tal y como lo hacen los biólogos. Los recolectan cortando la base del hongo y cubren los restos y el micelio para que vuelva a aparecer en años subsiguientes. Las actividades que se desarrollan en torno a la recolección de hongos mantienen a la familia unida y, además de aportar recursos alimenticios de alto valor nutricional, generan recursos económicos adicionales.

¿En qué consiste la diversidad ecosistémica de La Malinche?

En La Malinche encontramos cinco diferentes ambientes: el bosque de pino, el de oyamel, el de

recorded in the writings of Colonial cronistas Fray Juan de Torquemada, Fray Toribio de Benavente and Francisco Xavier Clavijero.

La Malinche is still a central figure in the worldview of the neighboring Tlaxcala populations that practice rituals to ask deities for rain or organize processions and ceremonies to thank for timely rains for the crops. It also provides resources to the local dwellers that demonstrate the interrelation of biological and sociocultural values. Some of these are: construction wood, charcoal and firewood for fuel, *ocoshal* (needle-shaped leaves of certain pine species used in handicraft work), medicinal and edible wild plants, sand, mosses, wild animals and mushrooms for human consumption. One example are the mushroom pickers from the mountain villages who have a deep knowledge on fungal biology and they are familiar with more than one hundred edible species. They know how to differentiate toxic and inedible species from an early age mastering their morphology and the place and time they grow. Like biologists, they classify mushroom species according to similarities and differences and collect them by cutting the base and covering the remains and mycelium, so they can grow again in following years. The activities linked to the collection of mushrooms keep the family together, provide food resources of high nutritional value and generate additional economic resources.



Actividades de formación y divulgación con comunidades localesLa
Education and dissemination activities with local communities



Instalaciones de la ECLM y los bosques que la rodean
The ECLM compound and surrounding forests

Iván Bravo / UATx

encino, el de pino de altura y el páramo de altura. El bosque de pino es una comunidad vegetal dominada por dos o tres especies de coníferas del género *Pinus*. Es la vegetación más ampliamente distribuida en el PNLM, generalmente por arriba de los tres mil metros de altitud. El bosque de oyamel, dominado por *Abies religiosa*, se encuentra en las barrancas más húmedas de la montaña. El bosque de encino, comunidad vegetal dominada por especies de árboles del género *Quercus*, ocupa las áreas más bajas de la montaña, por debajo de los tres mil metros y en la actualidad se encuentra sumamente fragmentado y en manchones de poca extensión. El bosque de pino de altura es una comunidad dominada por *Pinus hartwegii*, la especie que se desarrolla en los límites altitudinales de la vegetación arbórea, incluso por arriba de los cuatro mil ochocientos metros sobre el nivel del mar, en condiciones climáticas en donde otras especies arbóreas son incapaces de desarrollarse. El páramo de altura, en las partes más altas de La Malinche es una comunidad dominada por gramíneas y herbáceas entre las que sobresalen pastos de los géneros *Festuca*, *Enneapogon* y *Calamagrostis*.

A pesar de la fuerte presión humana que tienen los ecosistemas de La Malinche, la masa forestal que aún se conserva mantiene en gran medida su integridad y, por lo tanto, las funciones esenciales

How diverse are La Malinche ecosystems?

In La Malinche, there are five natural worlds: the pine, the oyamel and the encino forests, the high pine woods and the high moorland. The pine forest is a plant community dominated by two or three conifer species of the *Pinus* genus. This is the most widely distributed vegetation in PNLM, generally located above 3,000 meters. The oyamel forest, mostly *Abies religiosa*, is found in most humid ravines of the mountain, while the encino realm, dominated by the *Quercus* genus, occupies the lowest areas, under 3,000 meters, and it is extremely fragmented in small spots. The high-altitude pine community is mainly populated by *Pinus hartwegii* trees. This species develops in the altitudinal limits of tree vegetation, even above 4,800 meters, in climate conditions where other species are unable to develop. In the highlands of La Malinche, the moor is mostly covered by grass and herbaceous species, in particular pastures of the *Festuca*, *Enneapogon* and *Calamagrostis* genera.

Despite the great pressure humans put on La Malinche ecosystems, the natural forest mass is largely well preserved. Therefore, it continues to play the essential role of keeping the processes of water harvesting, oxygen release and soil conservation running. These functions could be severely affected if deforestation and forest deterioration advance.

del bosque que consisten en procesos como la captación de agua, la liberación de oxígenos y la conservación de suelos. Estas podrían afectarse severamente si continúan los procesos de deforestación y deterioro de los bosques.

Como parte del Eje Neovolcánico Transmexicano, La Malinche puede funcionar como paso para la fauna proveniente de otras regiones, como la Sierra de Tlaxco, en el norte del estado de Tlaxcala, el Parque Nacional Popo-Izta, hacia el occidente, o los parques nacionales Cofre de Perote y Pico de Orizaba, hacia el oriente. La Malinche puede servir como punto importante para conectar las poblaciones de estos sitios, incluso a través de la dispersión por aire de polen y esporas de plantas y hongos, manteniendo de esta forma la conectividad funcional de las áreas mencionadas. Hay evidencia también de que los bosques de La Malinche sirven de sitio de descanso para aves migratorias.

¿Existen especies endémicas en La Malinche?

Hasta ahora no se conocen especies endémicas exclusivas de La Malinche, pero en su territorio se encuentra una gran variedad de especies que son endémicas del Eje Neovolcánico Transmexicano o del territorio mexicano. Como ejemplos de endemismos que se encuentran solo en las montañas del Eje Neovolcánico Transmexicano, incluyendo

As a part of the Trans-Mexican Neo-Volcanic Belt, La Malinche may be a passage for fauna from other regions like the Sierra de Tlaxco, in the north of Tlaxcala, the Popo-Izta National Park, to the west, or the Cofre de Perote and Pico de Orizaba national parks, to the east. Furthermore, it can be an important connection point of species populations from all these areas, even by air dispersion of pollen and spores of plants and fungi. Thus, it serves to maintain functional connectivity among the aforementioned areas. There is also evidence that La Malinche forests are a resting place for migratory birds.

Are there endemic species from La Malinche?

So far, no endemic species have been found specific to La Malinche area but there is a great variety of them mostly coming from the Trans-Mexican Neo-Volcanic Belt and some, from the Mexican region. Some examples of endemic plants from the Trans-Mexican Neo-Volcanic Belt are the *cedrillo enano* or dwarf cedar (*Juniperus monticola*), the *garañona de alta montaña*, a type of castilleja (*Castilleja tolucensis*), *jara* or goldenrod senecio (*Senecio cinerarioides*) and *siempreviva de zacatonal* a certain type of evergreen (*Draba nivicola*). There are macroscopic fungi like the *hongo de jara* (*Flammulina mexicana*) and the *escobeta anaranjada* (*Ramaria*

a La Malinche, podemos mencionar, entre las plantas, el cedrillo enano (*Juniperus monticola*), la garañona de alta montaña (*Castilleja toluensis*), la jara (*Senecio cinerarioides*) y la siempreviva de zacatonal (*Draba nivicola*). Entre los hongos macroscópicos, el hongo de jara (*Flammulina mexicana*) y la escobeta anaranjada (*Ramaria bonii*). Entre los anfibios están la babosa (*Aquiloerycea cephalica*), la salamandra de pies planos (*Chiropoterotriton orculus*), el tlaconete de Gadow (*Pseudoeurycea gadovii*) y la ranita plegada (*Dryophytes plicatus*). Entre los reptiles: la vívora de cascabel enana de montaña (*Crotalus triseriatus*), y entre los mamíferos el ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) y subespecies de otros roedores como el ratón cosechero de volcán (*Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis*) y el ratón piñonero (*Peromyscus gratus gratus*)

Ejemplos de especies más ampliamente distribuidas, pero endémicas de México, son el oyamel neovolcánico (*Abies religiosa*), el ocote (*Pinus teocote*), el tlaconete dorado (*Pseudoeurycea leprosa*),

bonii). Among the amphibians, there are the slug (*Aquiloerycea cephalica*), the flat-footed salamander (*Chiropoterotriton orculus*), the tlaconete de Gadow (*Pseudoeurycea gadovii*) and the ranita plegada, a sort of frog (*Dryophytes plicatus*) and reptiles like the cascabel enana de montaña or mountain dwarf rattlesnake (*Crotalus triseriatus*). Regarding mammals, the ratón de los volcanes a type of mouse (*Neotomodon alstoni*) and subespecies of other rodents such as the ratón cosechero de volcán (*Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis*) and the ratón piñonero (*Peromyscus gratus gratus*).

Some examples of endemic species distributed all over Mexico are the Neo-volcanic oyamel (*Abies religiosa*), the ocote (*Pinus teocote*), the golden tlaconete (*Pseudoeurycea leprosa*), the ranita de montaña, a kind of frog (*Dryophytes eximius*), the tapachín or llorasangre (*Phrynosoma orbiculare*), the Trans-volcanic scorpion (*Barisia imbricata*), the scaly lizard (*Sceloporus scalaris*), the stepped



Fauna de La Malinche: tlaconete dorado, una especie de salamandra (*Pseudoeurycea leprosa*)
La Malinche's fauna: golden tlaconete, a salamander (*Pseudoeurycea leprosa*)

© Iván Bravo / UATx

la ranita de montaña (*Dryophytes eximius*), el tapachín o llorasangre (*Phrynosoma orbiculare*), el escorpión transvolcánico (*Barisia imbricata*), la lagartija escamosa (*Sceloporus scalaris*), el zorzalito piquipardo (*Catharus occidentalis*), el chipe rojo (*Cardellina rubra*), el zorzal rallado (*Oriturus superciliosus*), el conejo montés (*Sylvilagus cunicularius*) y la subespecie escuinapae del linco rojo (*Linx rufus*).

Además de las bacterias, de las cuales se han registrado más de tres mil especies a partir de estudios metagenómicos de los suelos del área del PNLM, se han registrado también mil doscientas ochenta y cinco especies de organismos macroscópicos que incluyen numerosos tipos de hongos, líquenes, plantas vasculares, platelmintos, nemátodos, pulgas, mariposas diurnas, avispas, hormigas, escarabajos, libélulas, arañas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los grupos con mayor diversidad de especies son las plantas, que con cuatrocientas cuarenta y dos especies registradas representan el 34.4 % de la biota de La Malinche, seguidas por los hongos macroscópicos, los mixomicetos y las aves. Estos grupos son también los mejor estudiados en el PNLM. Es importante comentar que el PNLM es uno de los sitios con mayor riqueza conocida de especies de mixomicetos en todo el planeta, por lo que se puede considerar un hot spot (área sobresaliente) de la diversidad de este grupo de organismos.

¿Cómo es que los ecosistemas como los de La Malinche prestan servicios ambientales, en qué consisten?

Llamamos servicios ambientales a los beneficios que las sociedades humanas reciben de la naturaleza, como los de provisión y regulación, o los culturales y de soporte. Los ecosistemas del volcán La Malinche sirven de provisión, como el agua de los manantiales que es recogida a través de tuberías y conducida a las poblaciones de las faldas de la montaña para el consumo humano. También se puede mencionar la leña que la gente recoge de los bosques para ser usada en los hogares para cocinar

thrush (*Catharus occidentalis*), the red chipe (*Cardellina rubra*), the grated thrush (*Oriturus superciliosus*), the wild rabbit (*Sylvilagus cunicularius*) and the escuinapae subspecies of the red lynx (*Linx rufus*).

Additionally, more than three thousand species of bacteria have been described in several metagenomic soil studies conducted at the PNLM area. There are also 1,285 species of macroscopic organisms that include numerous types of lichen fungi, vascular plants, flatworms, nematodes, fleas, diurnal butterflies, wasps, ants, beetles, dragonflies, spiders, amphibians, reptiles, birds and mammals. Plant groups have the greatest diversity, 442 species that represent 34.40% of La Malinche biota. Macroscopic fungi, myxomycetes and birds in the PNLM have been also extensively studied. It is important to mention that the park is one of the most diversified sites of myxomycete species on the planet, so it can be considered a hot spot of this group of organisms.

What are the environmental services that La Malinche provides?

Environmental services are the benefits that human societies receive from nature in terms of supply and regulation or from a cultural and support point of view. For instance, La Malinche volcano ecosystems are a source of water provision for human consumption. Collected in springs, water is supplied by pipelines to the populations living on the mountain slopes. There is also to be mentioned that people collect firewood from the forests for cooking at home or producing heat when temperatures come down during the year. Harvesting mushrooms and wild fruits as well as hunting wild animals like rabbits are examples of this type of services.

Regulation services refer to ecological processes that increase the quality of life of human populations or allow them to exist. Some of them are the release of oxygen, the infiltration of water into freatic levels, climate regulation through capturing large amounts of greenhouse



Coyote captado por una cámara-trampa en La Malinche
A coyote captured by a camera-trap at La Malinche

📷 Iván Bravo / UATx

los alimentos o simplemente para generar calor en las épocas frías del año. La recolección de hongos y frutos silvestres, así como la cacería de fauna silvestre como los conejos, son otros ejemplos de servicios de provisión.

Los de regulación son procesos ecológicos que aumentan la calidad de vida de las poblaciones humanas o que permiten su existencia. Entre ellos tenemos la liberación de oxígeno por las plantas, la infiltración de agua a los mantos freáticos regulada por los bosques, la regulación del clima por la presencia de las zonas boscosas que captan grandes cantidades de gases con efecto invernadero (GEI), el control de la erosión de los suelos mediada por la presencia de las raíces de los vegetales y de microorganismos como los hongos y las bacterias del suelo, los cuales ayudan a la formación de agregados del suelo a través de sus propias estructuras (raíces, hifas de los hongos) y de los exudados que liberan al medio; el mantenimiento de la fertilidad

gases (GHG), soil erosion control by plants and microorganisms like fungi and bacteria that help in the formation of soil aggregates through their parts, roots and fungal hyphae, and the exudations they release into the environment; the maintenance of soil fertility through the participation of various bacterial groups in biogeochemical cycles and organic waste recycling through degradation processes of organic matter mediated by fungi and bacteria.

Cultural services are meant to enhance non-material values of personal or spiritual enrichment. At La Malinche, these kinds of activities involve water-related rituals or collecting mushrooms, as well as trekking and hiking practiced by many people just for the pleasure of being close to nature, contemplating and photographing the landscapes and the flora and fauna. Additionally, educational processes carried out *in situ* can be

de los suelos mediante la participación de diversos grupos bacterianos en los ciclos biogeoquímicos, y el reciclamiento de los desechos orgánicos a través de los procesos de degradación de la materia orgánica mediados por hongos y bacterias.

Los servicios culturales se relacionan con valores no materiales de enriquecimiento personal o espiritual. En el caso de La Malinche están los rituales relacionados con el agua o las actividades relacionadas con la recolección de hongos, pero en estos servicios también se pueden considerar las actividades de excursionismo y senderismo que muchas personas practican en La Malinche solo por el placer de estar en contacto con la naturaleza, de observar y fotografiar sus paisajes, su flora y su fauna. Se pueden considerar aquí los procesos educativos realizados *in situ*, en los que se sensibiliza a estudiantes de diferentes grados sobre el cuidado y conservación de la naturaleza.

Los servicios de soporte son procesos ecológicos necesarios para la producción de los otros tres tipos de servicios, y son la fotosíntesis (de la cual se produce la liberación de oxígeno y la captación de GEI), la formación de los suelos (importante para el sostenimiento de la producción agrícola y forestal), la producción primaria (de la cual se obtienen los productos alimenticios vegetales y es la base de las cadenas tróficas que permiten actividades como la ganadería y la pesca, entre otras), el ciclo hidrológico (que genera el abastecimiento de agua potable) y los ciclos de los nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo y azufre), que son vitales para mantener la fertilidad de los suelos y reintegrar nuevamente la materia orgánica al ambiente para que las plantas puedan disponer de carbono y otros elementos. Todos estos procesos ecológicos son también regulados por la biota del PNLM.

included in this category as students from different education levels that are made aware about caring and preserving nature.

Support services come from the ecological processes that are the basis of the previously described three types of services. Some of these processes are photosynthesis (concerned with oxygen release and GHG uptake), soil formation (relevant for sustaining agricultural and forestry production), primary production (involving food products from plants which are the basis of trophic chains that enable activities like ranching, fishing, and others), hydrological cycle (the source of drinking water supply) and nutrient cycles (carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur production, vital to maintain soil fertility by incorporating organic matter back into the environment and making carbon and the other elements available to plants). All these ecological processes are regulated by the park's biota.

UNAM-UATx collaboration is targeting three aspects: knowledge of biodiversity, application of specific conservation tools and awareness actions to promote PNLM biological diversity. Could you explain them?

Regarding knowledge of biodiversity, ECLM collaborators are working on two strategies. One of them is to make inventories of certain biological groups. We have started several studies to explore the genetic diversity of the most relevant tree species in the park. So far, we have extensively described the ecosystems and species groups diversity in plants, amphibians, reptiles, birds, mammals, fleas and myxomycetes and made significant progress in groups of macroscopic fungi and diurnal butterflies. Nevertheless, we have advanced very little on characterizing the third level of biodiversity that refers to the genetic variety of the populations inhabiting the park.

The second strategy focuses on constantly monitoring key groups such as medium-size mammals and rodents at different spots of the

La colaboración entre la UNAM y la UATx se da en tres frentes: conocimiento de la biodiversidad, aplicación de herramientas específicas de conservación, e implementación de acciones de difusión de la riqueza biológica del PNLM, ¿podrían describirlos brevemente?

En relación con el conocimiento de la biodiversidad, los colaboradores de la ECLM están trabajando en dos estrategias. La primera, es la realización de los inventarios de ciertos grupos biológicos. Se han iniciado estudios para la exploración de la diversidad genética de las especies arbóreas de mayor relevancia en el PNLM, ya que hasta ahora se tiene bien caracterizada la diversidad de ecosistemas y la diversidad de especies de grupos como plantas, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, pulgas y mixomicetos, con avances sustanciales en otros grupos como hongos macroscópicos y mariposas diurnas, pero sin avances significativos sobre el conocimiento del tercer nivel de la biodiversidad, que es la diversidad genética de las poblaciones que habitan el parque.

La segunda estrategia consiste en el monitoreo continuo de grupos clave como mamíferos medianos y roedores en diferentes puntos de la montaña. Se trata de evaluar los factores que afectan o limitan su distribución, sus patrones de actividad diaria y las interacciones de especies, entre otros aspectos.

En el caso de la aplicación de herramientas específicas de conservación, se han atendido dos problemáticas que afectan a la flora y fauna del parque en diferente medida. La primera problemática tiene que ver con el entubamiento del agua de los manantiales de la montaña para consumo humano, con lo cual se limita el acceso de la fauna silvestre al recurso hídrico. Para dar mantenimiento y limpieza a las tuberías que conducen el agua hasta las poblaciones asentadas en las faldas de La Malinche, los pobladores instalaron registros cada determinada distancia, lo que hacía que estos puntos fueran los únicos en los que la fauna podía tratar de acceder al agua. Numerosas aves eran atrapadas en dichos registros y morían sin posibilidad de escapar. Por esta razón se pensó que

mountain. The aim is to assess what causes are affecting or limiting species distribution, daily life patterns and interactions, among other aspects.

Concerning the application of specific conservation tools, we have provided solutions in dealing with two problems that affect the flora and fauna of the park. The first issue are the pipelines that bring mountain springs' water for human consumption and limit wild animals' access to water resources. Villagers have installed maintenance registers at several points of the supply lines to the towns in the foothills. These are the only sites where animals can drink water. Many birds used to get caught in these registers and died without chance of escaping. So, we came out with the idea of establishing artificial ponds. In agreement with the local users, we deviate part of the water circulating through the pipes and make it available to animals in nine ponds. By installing -camera-traps, we monitored the species of birds and mammals coming to drink water and found that the groups visiting the ponds increased in diversity and number. Many animals like raccoons came in quite frequently.

The other problem to be worked out was the lack of tree hollows in the PNLM used by some species of birds for building their nests. Particularly in areas populated by young trees, it is difficult to find them. So, species strongly compete for them and many breeding pairs are left without chances of building their nests. As a solution, we placed nest boxes in some areas and checked if animals were using them. We discovered that species such as the blue-throated tile (*Sialia mexicana*) did frequently use them successfully in raising their offspring.

Some of the station's main objectives are to create social bonds and contribute to expand environmental education. The agreements signed with the Ixtenco municipality established the commitment of making the ECLM-generated information available for community use. ECLM researchers participate in some of the towns' fairs held in La Malinche area, offer talks and workshops and organize contexts for students



Taller sobre biodiversidad en la ECLM
Biodiversity workshop at ECLM

© Iván Bravo / UATx

la solución era el establecimiento de estanques artificiales en los que, en común acuerdo con los usuarios de las tuberías, se pudiera derivar parte del agua entubada para ponerla a disposición de la fauna silvestre. Se establecieron nueve estanques de este tipo y, a través del uso de cámaras -trampa, se realizó un monitoreo de las especies de aves y mamíferos usuarias, y se encontró que la riqueza y abundancia de estos grupos aumentaba en las zonas en que estaban ubicados los estanques, con una alta frecuencia de visitas de animales como los mapaches.

La otra problemática tiene que ver con la baja disponibilidad de oquedades en el arbolado del PNLM, mismas que son utilizadas por algunas especies de aves para la construcción de sus nidos. Particularmente en zonas con arbolado joven es difícil encontrar estas oquedades, por lo que las especies usuarias están sometidas a fuerte competencia por ellas, quedando muchas parejas reproductivas sin posibilidades de construir sus nidos. Para resolver esto se implementó la colocación de cajas nido en algunas zonas del parque y se evaluó si las especies eran capaces de utilizarlas, y se

at all levels of education and for the general public. In addition, Los tesoros de La Malinche (Treasures of La Malinche) workshops program aims at highlighting the importance and need of preservation of the park natural resources such as water and biodiversity as well as their importance for human health. These workshops are developed in primary and secondary schools of the surrounding municipalities. Some groups also visit ECLM facilities to learn biodiversity at work in its environment. We organize activities like identifying wild fungi, bird-watching, printing mammals footprints and capturing and handling wild rodents or reptiles. In these activities, students come into direct contact with wild flora and fauna.

In our relationship with the mountain dwellers, we develop infographics, flyers and guide materials addressing particular issues or concerning certain species of biological groups. We use a simple language to make them easily comprehensible, and sometimes we have produced them at the request of the population. All technical information resulting from ECLM work is handed over to relevant government officials at all levels.

encontró que especies como el azulejo de garganta azul (*Sialia mexicana*) las usaban frecuentemente para construir sus nidos con buenos resultados en la crianza de sus nidadas.

Entre los objetivos principales de la ECLM están la vinculación social y la educación ambiental. Se han firmado convenios con el municipio de Ixtenco con el compromiso de que la información generada en la ECLM quede disponible para el uso de la comunidad. Los investigadores de la ECLM participan en las ferias de algunas poblaciones de La Malinche, y realizan charlas, talleres y concursos para estudiantes de todos los niveles educativos y para la población general. El programa “Los tesoros de La Malinche”, impartido a través de talleres que resaltan la importancia de los recursos naturales del parque como el agua y la biodiversidad, su conservación y su relevancia para el mantenimiento de la salud humana, se presenta en escuelas primarias y secundarias de los municipios asentados en la montaña. Algunos grupos acuden también a las instalaciones de la ECLM, en donde se muestra la biodiversidad en su entorno. Las actividades incluyen el reconocimiento de hongos silvestres, la observación de aves, la impresión de huellas de mamíferos y la captura y manejo de roedores silvestres o reptiles, entre otras, con lo cual los estudiantes entran en contacto directo con la flora y fauna silvestres.

Otra forma de vincularse con los habitantes de la montaña es a través de la elaboración de infografías, trípticos o guías sobre problemáticas o grupos biológicos particulares. Estos materiales son diseñados con lenguaje sencillo para que sean accesibles y a veces son elaborados a solicitud de la propia población. Toda la información técnica que se genera en la ECLM es entregada a autoridades de todos los niveles de gobierno que así lo requieran.

¿Se da en la ECLM la colaboración de la ciencia con el conocimiento tradicional de las comunidades que habitan la zona?

En la zona de influencia del PNLM hay comunidades de origen otomí y nahua. El municipio de San Juan Ixtenco, al oriente del PNLM, es la única

Are there projects putting together science and traditional knowledge of local communities?

There are Otomi and Nahua communities in the PNLM area of influence. San Juan Ixtenco municipality, in the east, is the only Otomi community in Tlaxcala state and is also where the ECLM is based. The main Nahua communities are located in the municipalities of Contla de Juan Cuamatzi, San Francisco Tetlanohcan, San Luis Teolocholco and San Pablo del Monte, in the western side of the mountain.

Traditional knowledge of the original people of the volcano region has played a major role in the design of conservation strategies of natural resources. In the Nahua areas, the *metepantle* system is broadly expanded. This method consists of planting maguey rows to separate agricultural lands of different owners but also to help control soil erosion and water collection. These plants serve as a refuge for several kinds of organisms, their leaves can function as fuel, instead of firewood, and they provide planters with resources like mead, edible worms and natural fibers like *ixtle*. *Metepantles* are frequently found in polycultures of legumes like beans, ayocote or fava beans, as well as corn, squash and *quelites*. These crops are destined to self-consumption or sale but they help increase soil fertility by favoring the process of fixing atmospheric nitrogen in the soil, which is performed by symbiotic bacteria that are sheltered in small nodules formed in legume roots.

Researchers and community members exchange knowledge in two ways, favoring information feedback among them. In first place, there is the ethnobiological area where traditional knowledge on medicinal plants and edible wild mushrooms or the views on the mountain and its resources is described. This dialogue complements scientific knowledge with local views on environment and contributes to end misconceptions or myths that may affect populations of organisms such as some reptile species that are considered poisonous or toxic wild fungi. Another way to carry out the exchange of knowledge is precisely through the workshops and fairs of the local populations, where

comunidad otomí en el estado de Tlaxcala. En territorio de dicho municipio está asentada la ECLM. Las principales comunidades nahuas se concentran en los municipios de Contla de Juan Cuamatzi, San Francisco Tetlanohcan, San Luis Teolocholco y San Pablo del Monte, en la vertiente occidental de la montaña.

Los conocimientos tradicionales de los grupos originarios del volcán han jugado un papel relevante en las estrategias de conservación de los recursos naturales de la zona. Por ejemplo, en las áreas nahuas se utilizan los sistemas de *metepantle* que consisten en hileras de magueyes sembrados entre los terrenos agrícolas que, además de delimitar las propiedades, ayudan a controlar la erosión de los suelos, favorecen la captación de agua, funcionan como refugio para diversos organismos, proveen de hojas que pueden sustituir la leña como material combustible y proveen a sus propietarios de recursos; aguamiel, gusanos comestibles y fibras naturales como el *ixtle*. Los *metepantles* se usan frecuentemente en combinación con policultivos de leguminosas (frijol, ayocote o haba), maíz,

researchers present the results of their work and community members express their visions and opinions regarding the information received.

What are the station's main projects in the near future?

There is a lot of conservation work to be done in La Malinche. For instance, it is important to start making inventories of group species insufficiently studied or not yet addressed such as bees, wasps, flies and nocturnal butterflies. It is also necessary to continue monitoring the key species populations like the wildcat, the coyote and dayand night raptors, among other communities. There is also a need to make impact assessments of temperature and rainfall changes on fragile ecosystems, for instance, in the high-altitude moorland and local populations of flora and fauna as well as on the interactions among organisms. The goal is to look for strategies that guarantee the endurance of the park's biota and the safeguarding of all ecosystems' functions.

Actividades de divulgación en la ECLM
Dissemination activities at ECLM

📷 Iván Bravo / UATx



calabaza y quelites, los cuales, además de proveer recursos para el autoconsumo o la venta, ayudan a incrementar la fertilidad de los suelos a través del proceso de fijación de nitrógeno atmosférico que las leguminosas realizan en asociación con bacterias simbióticas que se resguardan en pequeños nódulos formados en sus raíces.

El diálogo de saberes entre investigadores y las comunidades originarias se realiza a través de dos mecanismos que retroalimentan la información de ambos sectores. Primero, a través de los estudios etnobiológicos, en donde se caracteriza el saber tradicional de la zona sobre, por ejemplo, plantas medicinales, hongos silvestres comestibles o sobre la percepción de la montaña y sus recursos, con un intercambio de información que complementa el conocimiento científico con la cosmovisión de las comunidades también permite acabar con ideas erróneas o mitos que pueden afectar a poblaciones particulares de organismos como algunas especies de reptiles que se consideran venenosas en la zona u hongos silvestres tóxicos. Otra forma de realizar el intercambio de saberes es justamente a través de los talleres y ferias de las poblaciones locales, en las que los investigadores exponen los resultados de las investigaciones y los pobladores ofrecen sus visiones o percepciones respecto a la información recibida.

¿Cuáles son los principales proyectos de la estación en el futuro próximo?

Hay mucho trabajo por realizar en pro de la conservación de La Malinche. Es importante, por ejemplo, iniciar inventarios de especies de grupos biológicos poco estudiados o aún no abordados, como pueden ser abejas, avispas, moscas y mariposas nocturnas. Es necesario también continuar con el monitoreo de las poblaciones de especies clave, como el gato montés, el coyote y las rapaces diurnas y nocturnas, entre otras. Se requiere hacer evaluaciones sobre el impacto que los cambios en temperatura y precipitación pueden tener sobre ecosistemas frágiles como el páramo de altura, las poblaciones locales de flora y fauna, y las interacciones de organismos,

In relation to social bonding, we should come up with more inclusive strategies specifically tailored for groups of local people, the elderly and people with different abilities, to produce written materials in Otomi and Nahuatl or design workshops appropriate for each particular group. We are also thinking about creating materials that explain how climate change affects different biological groups and human health. ●

Margarita Martínez Gómez is a senior researcher in UNAM's Biomedical Research Institute, attached to the External Unit at Universidad Autónoma de Tlaxcala, in the Tlaxcala Center for Behavioral Biology. She is a biologist from Universidad Veracruzana, with a master's degree in Reproductive Biology (UATx) and a doctorate in Physiological Sciences (UNAM). She belongs to the National System of Researchers, with level III. She coordinates La Malinche UATx-UNAM Scientific Station work and Los tesoros de La Malinche program for rural communities in Tlaxcala. She has received UNAM's Sor Juana Inés de la Cruz award and the Xochitecatcihuahatl Award by the Government of the State of Tlaxcala.

Arturo Estrada-Torres is a biologist and researcher at the Tlaxcala Center for Behavioral Biology, UATx. Graduated from FES-Iztacala, UNAM, he has a master's degree and a doctorate in Biological Sciences from the National School of Biological Sciences of the National Polytechnic Institute. He studies biodiversity and different groups of organisms, mainly ectomycorrhizal fungi and myxomycetes. He has accumulated wide fieldwork experience in temperate, tropical and arid regions in Latin American, European and African countries. He is also founder of the Mycology Laboratory of the Biological Sciences Research Center, UATx, and promoter of La Malinche Scientific Station and Los tesoros de La Malinche program.

English version by Zoraida Pérez.

buscando estrategias que garanticen la viabilidad de permanencia de la biota del parque y el mantenimiento de la integridad funcional de los ecosistemas.

En relación con la vinculación social, se requiere establecer estrategias más inclusivas que integren de manera más dirigida a los grupos originarios, a los adultos mayores y a las personas con capacidades diferentes, ello por ejemplo, con la elaboración de materiales escritos en otomí y náhuatl o el diseño de talleres apropiados para cada grupo particular. También se considera elaborar materiales que muestren cómo el cambio climático afecta a diferentes grupos biológicos pero también cómo incide en la salud humana. ●

Margarita Martínez Gómez es investigadora titular del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, adscrita a la Unidad Foránea en la Universidad Autónoma de Tlaxcala, en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta. Estudió la licenciatura en Biología (Universidad Veracruzana), la maestría en Biología de la Reproducción (Universidad Autónoma de Tlaxcala) y el doctorado en Ciencias Fisiológicas (Universidad Nacional Autónoma de México). Es parte del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III. Coordina las actividades de la Estación Científica la Malinche UATx-UNAM y el programa Los tesoros de La Malinche que se imparte en comunidades rurales de Tlaxcala. Ha recibido diversos reconocimientos, entre ellos el Sor Juana Inés de la Cruz por la UNAM y el Premio Xochitecatcihuahatl por el gobierno del estado de Tlaxcala.

Arturo Estrada-Torres es investigador del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Biólogo egresado de la FES-Iztacala de la UNAM, con maestría y doctorado en Ciencias Biológicas por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Se ha dedicado al estudio de la biodiversidad de diferentes grupos de organismos, principalmente hongos ectomicorrízogenos y mixomicetos, y tiene experiencia en el trabajo de campo en zonas templadas, tropicales y áridas de países de América Latina, Europa y África. Fue fundador del Laboratorio de Micología del Centro de Investigación en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, impulsor del establecimiento de la Estación Científica La Malinche y del programa de divulgación Los tesoros de La Malinche.

La ecología de lo invisible

Ecology of the Invisible

Diversidad microbiana y sostenibilidad

Microbial Diversity and Sustainability

Entrevista con/Interview with
Luisa Falcón

¿Podrías hablarnos de la importancia de tus investigaciones en términos de sostenibilidad y mitigación o adaptación a los efectos del cambio climático?

En el Laboratorio de Ecología Bacteriana del Instituto de Ecología de la UNAM trabajamos en diferentes ecosistemas para entender cómo se estructura la diversidad microbiana, y cuál es su papel en la regulación de los ciclos biogeoquímicos. Los microorganismos se encuentran en la base del ciclo elemental —la transformación de elementos

Could you tell us about the importance of your research for sustainability and mitigation and adaptation to the effects of climate change?

In the Bacterial Ecology Laboratory (LEBac, Spanish initials) at UNAM's Institute of Ecology, we work in different ecosystems to understand how their microbial diversity is structured and what is their role in the regulation of biogeochemical cycles. Microorganisms are at the base of element cycling, this is the transformation of elements in biochemical processes, and are



Arrecife bacteriano en Bacalar, Quintana Roo, México
Bacterial reef in Bacalar, Quintana Roo, México

Raciel Manriquez

en los procesos bioquímicos—, y son fundamentales en los ciclos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre. Nuestro trabajo de investigación ha desarrollado el conocimiento básico para poder determinar si los ecosistemas están funcionando como fuentes o sumideros de gases de efecto invernadero (GEI).

Se trata de un campo de investigación inter y transdisciplinario por naturaleza. Hacemos investigación cooperativa con colegas de todo el mundo, de forma virtual desde la prepandemia y hemos logrado incluir a diferentes grupos de investigadores.

Somos parte de diversas iniciativas internacionales, como es el caso de la investigación científica que desarrollamos en la Antártida, que busca caracterizar comunidades que forman tapetes microbianos y predecir el efecto del cambio ambiental sobre estos. También trabajamos con el efecto del cambio ambiental sobre la salud de los organismos y los ecosistemas en iniciativas que buscan entender cómo se estructura el holobioma (conjunto

fundamental in the cycles of carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, phosphorus, and sulfur. Our research has developed the basic knowledge to determine whether ecosystems are functioning as sources or sinks of greenhouse gases (GHG).

Our work is naturally inter- and transdisciplinary. Since before the pandemic, we have done online cooperative research with colleagues from all over the world and managed to include different research groups.

We are part of several international initiatives, such as the scientific research we are developing in Antarctica, which seeks to characterize communities that form microbial mats and to predict the effect of environmental change on them. We also work on the effect of environmental change on organisms and ecosystems health, in initiatives that seek to understand how wildlife's holobiome (microbiome plus virome) is structured both in preserved and degraded regions, to predict the occurrence of pandemic events. Other

formado por microbioma más el viroma) de la fauna silvestre en sitios conservados y degradados, para así poder predecir la aparición de eventos pandémicos. Otros modelos de trabajo incluyen a los microbialitos, que son comunidades semejantes a los fósiles más antiguos que conocemos y que nos ayudan a entender cómo se estructuran las comunidades.

Parte de tus intereses se relacionan con investigación microbiana en entornos acuáticos, ¿podrías describir en qué consiste?

La investigación microbiana en sistemas acuáticos busca entender qué microorganismos forman parte de los ecosistemas en sus diferentes compartimentos —agua, sedimentos, estructuras— y cuál es su papel funcional. Su estudio permite reconocer cómo se estructuran los ecosistemas y detectar si hay cambios en su estado productivo en general: cuando hay aumento en los nutrientes disponibles se promueve el aumento en la producción primaria y esto lleva a un desequilibrio en el ecosistema que se asocia a la liberación de GEI. Este tipo de caracterización, tanto del componente biológico como del ambiental, nos permite conocer el estado de salud de los cuerpos de agua de los que depende el desarrollo de las comunidades; lo cual es la base para fomentar el desarrollo sostenible.

¿Has trabajado también sobre estromatolitos, cianobacterias, y arrecifes bacterianos?, ¿qué son y cuál es su papel en la sostenibilidad de los ecosistemas con los que están vinculados?

Nuestro Laboratorio de Ecología Bacteriana (LEBac) está trabajando en sitios que albergan estromatolitos, llamados así a partir de los vocablos griegos *lithos* (roca) y *stroma* (capas). Se trata de estructuras formadas por la actividad microbiana que fomenta el depósito de minerales carbonatados.

working models include microbialites, which are communities similar to the oldest fossils we know and which help us understand how communities are structured.

Some of your interests are related to microbial research in aquatic environments. Can you tell us about it?

Microbial research in aquatic systems seeks to understand which microorganisms are part of the ecosystems in their different environments (water, sediments, structures) and what their functional role is. Its study makes it possible to recognize how ecosystems are structured and to detect if there are changes in their overall productive state: when there is an increase in available nutrients, this promotes an increase in primary production and leads to an imbalance in the ecosystem that is associated with the release of GHGs. This type of characterization, of both biological and environmental components, allows us to know health state of the water bodies on which the development of the communities depends, which is the basis for promoting sustainable development.

You have also worked with stromatolites, cyanobacteria, and bacterial reefs. How would you explain what they are to a non-specialist audience, and what is their role in their ecosystems sustainability?

LEBac is working on sites harboring stromatolites, entities named after the Greek words: *lithos*, rock, and *stroma*, layers. These are structures formed by microbial activity that deposits carbonate minerals. There are some aquatic sites harboring stromatolites in Mexico. These structures form communities that are among the most biodiverse in nature; they have approximately ten million cells per gram

En México hay una serie de sitios acuáticos que albergan estromatolitos. Estas estructuras forman comunidades que están entre las más biodiversas; tienen aproximadamente diez millones de células por gramo y hay más de ocho mil especies microbianas. Los estromatolitos están formados en su mayoría por bacterias. Las cianobacterias son las bacterias más importantes en estas estructuras en términos de biomasa y su papel como productoras primarias es fundamental.

Los estromatolitos son reservorios de carbono, fundamentales en la producción de oxígeno, responsables del ciclaje del carbono, el nitrógeno y el azufre en los sistemas acuáticos en donde se desarrollan y, además, sirven de hogar a juveniles y larvas de muchas especies de peces e invertebrados. Esta es la razón por la que se ha señalado su semejanza con los arrecifes y de ahí viene el concepto de “arrecifes bacterianos”.

Parte de tu trabajo se realiza en la laguna de Bacalar, en Quintana Roo, ¿cuál es la importancia de la biodiversidad a nivel microscópico en ese sitio?

La laguna Bacalar es hogar del arrecife bacteriano en agua dulce más grande del mundo. Las comunidades se distribuyen a lo largo de sus más de cuarenta y cinco kilómetros de costa y dentro de sus cenotes. Las condiciones ambientales en Bacalar, que incluyen saturación de carbonatos y sulfatos, clima tropical y aguas cristalinas, fomentan la precipitación de minerales carbonatados por las comunidades microbianas que forman los estromatolitos.

Hemos definido dos biorregiones de estromatolitos en Bacalar, asociados a la conductividad del agua, la cual a su vez está definida por la circulación en la laguna. Entender la diversidad de los estromatolitos de Bacalar ha permitido conocer a mayor profundidad la historia de la laguna, el cuerpo de agua dulce superficial más grande de la península de Yucatán.



Estromatolitos en la laguna de Alchichica, Puebla, México
Stromatolites in Alchichica lagoon, Puebla, Mexico

📷 Luisa Falcón

and there are more than eight thousand microbial species. Stromatolites are mostly formed by bacteria. Cyanobacteria are the most important bacteria in these structures in terms of biomass, and their role as primary producers is fundamental.

Stromatolites are carbon reservoirs, fundamental in the production of oxygen, responsible for the cycling of carbon, nitrogen, and sulfur in the aquatic systems in which they develop. They also serve as a shelter for juveniles and larvae of many species of fish and invertebrates. This is the reason why their resemblance to reefs has been pointed out, and this is where the concept of “bacterial reefs” comes from.

Part of your work is done in the Bacalar Lagoon in Quintana Roo. What is the importance of biodiversity at the microscopic level at that site?

Bacalar Lagoon is home to the largest freshwater bacterial reef (made of microbialites) in the world. Communities are distributed along more than 45 kilometers of coastline and within its cenotes. The environmental conditions at Bacalar, which include

También hemos podido detectar el efecto del aumento de nutrientes nitrogenados y fosforados sobre las comunidades de la laguna, nutrientes que provienen de campos de cultivo bajo un modelo agrícola intensivo, usando gran cantidad de fertilizantes y deforestando la selva. Estas prácticas están afectando la salud del sistema lagunar; los estromatolitos sirven como un termómetro biológico para entender estos cambios, de modo que sea posible predecir problemas de salud asociados que afectan tanto a las poblaciones humanas como al ecosistema.

Esta es otra de las áreas que abarca tu trabajo: microbiomas y salud humana. ¿Podrías describir este campo de investigación?

Todos los organismos tenemos un microbioma compuesto por el conjunto de microorganismos que habitan en nuestros cuerpos a lo largo de toda la vida. Al caracterizar el microbioma de las poblaciones humanas hemos podido identificar cómo el estilo de vida (por ejemplo, un estilo agrícola en comparación con uno urbano) tiene efectos sobre nuestros microbiomas. Esto nos está ayudando a entender el valor de los diferentes estilos de vida para la salud y a identificar qué modificaciones en el microbioma se asocian con enfermedades; por ejemplo, con un mayor índice de diabetes y enfermedades metabólicas en poblaciones urbanas.

Caminando en la Antártida
Walking in the Antarctica

Carla Centeno



carbonate and sulfate saturation, tropical climate, and crystalline waters, promote the precipitation of carbonate minerals by the microbial communities that form stromatolites.

We have defined two bioregions of stromatolites in Bacalar Lagoon, associated with water conductivity, which, in turn, is defined by circulation in the lagoon. Understanding the diversity of Bacalar's stromatolites has provided a deeper understanding of the history of the lagoon, the largest body of surface freshwater in the Yucatan Peninsula.

We have also been able to detect the effect of increased nitrogenous and phosphorous nutrients on the lagoon communities, nutrients that come from fields under intensive farming models, which use large amounts of fertilizers and deforest the rainforest. These practices are affecting the lagoon system's health; stromatolites serve as a biological thermometer to understand these changes so that it is possible to predict associated health problems that affect both human populations and the ecosystem.

This is another area covered by your work: Microbiomes and human health. Could you describe this field of research?

All organisms have a microbiome, made of microorganisms that inhabit our bodies throughout our lives. By characterizing the microbiome of human populations, we have been able to identify how

Has participado en equipos internacionales de investigación en la Antártida, ¿puedes hablarnos un poco sobre esa experiencia y sobre el consorcio internacional con el que colaboras?

La Antártida representa el último territorio prístino de nuestro planeta. Ahí solo se permiten actividades de investigación para la paz. La salud de la Tierra depende de la salud de las regiones polares, pues ahí se forman las aguas profundas oceánicas, que son las que regulan el clima global. México no forma parte del Tratado Antártico (ver recuadro), pero desde la Agencia Mexicana de Estudios Antárticos estamos buscando participar en este esfuerzo internacional por conservar y comprender las regiones polares antárticas.

En la Antártida los ecosistemas terrestres están definidos por los patrones de desglaciación y formación de hielo. Al derretirse el hielo en el verano austral, hay disponibilidad de agua y en este deshielo se forman tapetes microbianos. Nuestro grupo es parte de consorcios internacionales que buscan entender la diversidad que forma estos tapetes, cómo cambian en el tiempo y el papel que juegan en los ciclos biogeoquímicos. Gracias a los convenios de cooperación internacional que tiene México a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID), hemos podido insertarnos en iniciativas de los Institutos Antárticos de Uruguay, Argentina y Chile. ●

Luisa Falcón es bióloga, tiene maestría en Ciencias por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y por la Universidad Aix Marseille; obtuvo el grado de doctora en Ciencias en la Universidad de Stony Brook, Estados Unidos. Se ha especializado en el estudio de la ecología microbiana y trabaja con tapetes microbianos, microbialitos y biofilms en diferentes ambientes acuáticos, incluyendo regiones tropicales, templadas y polares.

lifestyle (e.g., an agricultural versus an urban lifestyle) affects our microbiomes. This helps us understand the value of different lifestyles for health and to identify which modifications in the microbiome are associated with diseases; for example, with a higher rate of diabetes and metabolic diseases in urban populations.

You told us before about your participation in international research teams in Antarctica. Can you tell us about that experience and the international consortium you collaborate with?

Antarctica represents the last pristine territory of our planet. Only peace research activities are allowed there. Our planet's health depends on that of the polar regions since it is there where deep ocean waters are formed, and they regulate global climate. Mexico is not a part of the Antarctic Treaty (see box), but from the Mexican Agency for Antarctic Studies, we are seeking to participate in this international effort to preserve and understand the Antarctic polar regions.

In Antarctica, terrestrial ecosystems are defined by patterns of deglaciation and ice formation. As the ice melts in the austral summer, there is water available. Microbial mats are formed in this thaw. Our group is part of international consortia that seek to understand the diversity that forms these mats, how they change over time and their role in biogeochemical cycles. Thanks to Mexico's international cooperation agreements through Mexican Agency for Cooperation at International Development (AMEXCID, Spanish initials), we have been able to join initiatives with the Antarctic Institutes of Uruguay, Argentina, and Chile. ●

Luisa Falcón PhD, is a biologist. She has a master's degree in Science from UNAM's Institute of Marine Sciences and Limnology and from Aix Marseille University; she obtained her PhD at Stony Brook University, United States, and has specialized in the study of microbial ecology. She works with microbial mats, microbialites, and biofilms in different aquatic environments, including tropical, temperate, and polar regions.

English version by Ángel Mandujano.

México y el Tratado Antártico

UNAM Internacional

El Tratado Antártico se firmó en 1959, al término del denominado Año Geofísico Internacional, durante el cual doce países realizaron actividades de investigación en el continente helado. Esos mismos doce países son los signatarios originales del Tratado, al que se han adherido otras naciones.

Existen dos tipos de membresía en el Tratado: por un lado están las partes consultivas; naciones que realizan actividades de investigación relevantes en la región y por otro las no consultivas; países que han declarado su interés de ser parte, pero no han realizado actividades de investigación relevantes. Los doce países firmantes originales son partes consultivas, grupo al que se han adherido diecisiete naciones más. Otros veintiséis conforman el grupo de partes no consultivas (es decir, que no tienen voto respecto de las actividades que el Tratado autoriza a realizar en la Antártida).

Entre las disposiciones más importantes del Tratado Antártico destaca que el continente y los mares circundantes solo podrán ser utilizados para fines de paz; que se salvaguardará la libertad de investigación y se establecerá la cooperación encaminada hacia ese fin, y que las partes intercambiarán y pondrán en acceso abierto los resultados de sus investigaciones. Asimismo, contiene una importante cláusula que suspende todo reclamo de soberanía territorial sobre la Antártida mientras el tratado esté en vigor.

Siendo la Antártida un entorno en el que los impactos del cambio climático son severos, el cuidado ambiental y la investigación sobre cambio climático se han situado en el centro de las preocupaciones.

La Dra. Luisa Falcón y numerosos científicos mexicanos con ella —muchos de ellos de la UNAM— han creado una organización civil, la Agencia Mexicana de Estudios Antárticos, desde la que realizan actividades a favor de que México, único miembro latinoamericano de la OCDE que no es parte, firme el Tratado Antártico, especialmente por la urgencia de participar en investigación y en acciones fundamentales de adaptación al cambio climático derivadas de la investigación en esa región extrema.

Mexico and the Antarctic Treaty

UNAM Internacional

The Antarctic Treaty was signed in 1959, at the end of the so-called International Geophysical Year, during which 12 countries carried out research activities on the frozen continent. These same 12 countries are the original signatories of the Treaty, to which other nations have joined.

There are two types of membership in the Treaty: consultative parties, which are nations that carry out relevant research activities in the region, and non-consultative parties, which are countries that have declared their interest in becoming parties but have not carried out relevant research activities. The 12 original signatory countries are consultative parties, a group to which 17 more countries have joined. Other 26 nations belong to the group of non-consultative parties (without right to vote on the activities authorized by the Treaty in Antarctica).

Some of the most important provisions of the Antarctic Treaty are: that the continent and the surrounding seas may only be used for peaceful purposes; that freedom of research will be safeguarded and cooperation towards that end will be established; and that the parties will exchange and establish open access policies to consult the results of their research. The Treaty also contains an important clause that suspends, while the Treaty is in force, all territorial sovereignty claims over Antarctica.

With Antarctica being an environment where the impacts of climate change are severe, environmental care and climate change research have been incorporated into the focus of concerns.

Dr. Luisa Falcón and several other Mexican scientists (many of them from UNAM) have created a civil organization, the Mexican Agency for Antarctic Studies, from which they carry out activities to promote Mexico's (only Latin American Country of the OECD that is still not a part) signing of the Treaty, especially due to the urgency of participating in fundamental research and adaptation to climate change actions derived from research in this extreme region.

Países fundadores y partes consultivas
Founding countries and consultative parties

Argentina
Australia
Bélgica | Belgium
Chile
Estados Unidos | United States
Federación Rusa | Russian Federation
Francia | France
Japón | Japan
Noruega | Norway
Nueva Zelanda | New Zealand
Reino Unido | United Kingdom
Sudáfrica | South Africa

Resto de partes consultivas
Rest of consultative parties

Alemania | Germany
Brasil | Brazil
Bulgaria
China
Corea del Sur | South Korea
Ecuador
España | Spain
Finlandia | Finland
India
Italia | Italy
Países Bajos | Netherlands
Perú | Peru
Polonia | Poland
República Checa | Czech Republic
Suecia | Sweden
Ucrania | Ukraine
Uruguay

Partes no consultivas
Non-consultative parties

Austria
Bielorrusia | Belarus
Canadá | Canada
Colombia
Corea del Norte | North Korea
Costa Rica
Cuba
Dinamarca | Denmark
Eslovaquia | Slovakia
Eslovenia | Slovenia
Estonia
Grecia | Greece
Guatemala
Hungría | Hungary
Islandia | Iceland
Kazajistán | Kazakhstan
Malasia | Malaysia
Mónaco | Monaco
Mongolia
Pakistán | Pakistan
Papúa Nueva Guinea | Papua New Guinea
Portugal
Rumania | Romania
Suiza | Switzerland
Turquía | Turkey
Venezuela

Elaborado con información de la Secretaría del Tratado Antártico, https://www.ats.aq/index_s.html y de la Agencia Mexicana de Estudios Antárticos, <https://antartidamexico.org/>.

Based on information from the Antarctic Treaty Secretariat (https://www.ats.aq/index_s.html) and from the Mexican Agency for Antarctic Studies (<https://antartidamexico.org/>).

60TH ANNIVERSARY OF THE ANTARCTIC TREATY'S ENTERING INTO FORCE

ANTARCTIC TREATY

Total Number of Countries Involved: 54

Signed: December 1, 1959
Entered into force: June 23, 1961

IMPORTANT POINTS OF THE ANTARCTIC TREATY

-  Military activities and weapons testing are prohibited
-  Complete freedom on scientific research
-  Free exchange of scientific plans among Treaty nations
-  Any territorial claims in Antarctica will be on hold
-  Nuclear explosions and nuclear waste disposal are banned
-  All stations and equipment shall be open to inspection
-  National laws only apply to citizens, not to areas in Antarctica
-  Parties shall meet periodically to discuss measures
-  Parties shall ensure no illegal activities are carried out
-  Issues to be settled by the International Court of Justice
-  The treaty may be modified by unanimous vote
-  The Treaty must be legally ratified by any nation wishing to join

REFERENCE: British Antarctic Survey (2021). The Antarctic Treaty Explained. BAS. Retrieved from <https://www.bas.ac.uk/about/antarctica/the-antarctic-treaty/the-antarctic-treaty-explained/>



Cartel informativo sobre los principales acuerdos del Tratado Antártico
Poster on Antarctic Treaty's main agreements

Cómo divulgar proyectos autosustentables

How to Communicate Self-Sustainable Projects

Una plataforma digital para visibilizar lo invisible

Raúl L. Parra

La autosustentabilidad es la capacidad de las comunidades para identificar y llevar a cabo soluciones a problemas locales de forma autónoma, generando recursos propios. Esto les permite democratizar los procesos de desarrollo y reducir la dependencia de actores externos para garantizar que sus proyectos se consoliden y permanezcan.

Bajo esta premisa, Emilia Székely, investigadora adscrita a la Coordinación de Humanidades de la UNAM, ha realizado estudios de campo desde hace más de una década en diferentes regiones del mundo, principalmente en países asiáticos, con el objetivo de conocer prácticas y experiencias de desarrollo autosustentable en temas como salud, educación, medio ambiente y combate a la pobreza.

A Digital Platform to Make the Invisible Visible

Self-sustainability is the capacity of communities to identify and carry out solutions to local problems autonomously, generating their own resources. This allows them to democratize development processes and reduce dependence on external actors to ensure that their projects are consolidated and sustained.

Under this premise, Emilia Székely, a researcher at UNAM's Humanities Coordination, has been conducting field studies for more than a decade in different regions of the world, mainly in Asian countries, intending to learn about practices and experiences of self-sustainable development in areas such as health, education, environment, and poverty alleviation.



Sitio en internet de la plataforma sobre autosustentabilidad
Self-sustainability platform's webpage

Los casos de estudio, que abarcan más de cuarenta proyectos en diez países, están publicados en el sitio www.autonomy.viainteraxion.org, disponible en inglés y español, y que cuenta con el respaldo institucional de la Cátedra UNESCO en Hong Kong.

UN DEBATE SOBRE EL CONCEPTO DE DESARROLLO

¿Quién decide cuál es la respuesta correcta para el desarrollo? —se pregunta la Dra. Székely— ¿quién tiene la capacidad, el deber y la responsabilidad de decidir cuál es el tipo de desarrollo que deberíamos seguir? Y en respuesta explica que existe un debate, tanto internacional como localmente, sobre cómo las estructuras de poder son las que definen el manejo de los recursos económicos, fijan ciertas posiciones políticas y tienden a dictarle a la gente lo que debe hacer, el tipo de desarrollo a seguir, la forma de hacerlo e inclusive la forma de medirlo. Los grupos que financian los proyectos normalmente tienen más poder para tomar

The case studies, which cover more than 40 projects in 10 countries, are published on the website www.autonomy.viainteraxion.org, available in English and Spanish, with the institutional support of the UNESCO Chair in Hong Kong.

A DEBATE ON THE CONCEPT OF DEVELOPMENT

Dr. Székely asks Who decides which is the right answer to development? Who has the capacity, the duty, and the responsibility to decide what kind of development we should follow? She explains that there is a debate, both international and local, on how power structures determine the management of economic resources, set certain political positions, and tend to dictate to people what they should do, the type of development to follow, the way to do it and even the way to measure it. The groups that finance the projects usually have more power to make decisions, even though evidence shows that this scheme does not allow for sustainable development.

decisiones, a pesar de que la evidencia demuestra que este esquema no permite que el desarrollo sea sostenible.

A partir de esta problemática surgió su inquietud por conocer de primera mano cómo es que las iniciativas de autodesarrollo de distintas comunidades y organizaciones civiles sortean esta situación de dependencia y desarrollan su autonomía para que sus proyectos atiendan sus propias visiones y necesidades locales.

DE HONG KONG A LA INDIA

Mediante entrevistas cualitativas a los actores involucrados, observación de campo e investigación documental, el estudio de autosustentabilidad sondea de qué manera las estrategias se materializan con miras a su posterior divulgación entre agentes que comparten experiencias y retos similares en distintos países.

Desde 2012 la investigadora de la UNAM se ha dedicado a esta labor en colaboración con Mark Mason, profesor del Departamento de Educación Internacional de la Universidad de Educación de Hong Kong (EdUHK, por sus siglas en inglés). En esta misma casa de estudios, Székely obtuvo su doctorado en política educativa; cursó la maestría en la Universidad de Tsinghua, en el campo del desarrollo internacional, después de hacer la licenciatura en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Describe así el origen del proyecto:

Desde hace unos años estaba analizando estos temas con un enfoque en la educación, principalmente en los casos de China y México, cuando una organización de la India se acercó a la Cátedra UNESCO en la Universidad de Educación de Hong Kong para pedir consejo sobre cómo lograr que su proyecto fuera más autosustentable. La organización, Barefoot College, desarrolló un programa educativo en el desierto del Rajasthan, dirigido a niños que no pueden ir a las escuelas tradicionales porque tienen que cuidar a sus camellos y apoyar a sus familias para subsistir. Como no funcionaba el esquema gubernamental para atender la

This problem gave rise to her interest in learning first-hand how self-development initiatives of different communities and civil organizations overcome this dependence situation and develop their autonomy so that their projects meet their own visions and local needs.

FROM HONG KONG TO INDIA

Through qualitative interviews with actors involved, field observation, and documentary research, the self-sustainability study probes how the strategies are materialized, with a view to their subsequent dissemination among agents who share similar experiences and challenges in different countries.

Since 2012, the UNAM researcher has dedicated herself to this work in collaboration with Mark Mason, professor in the Department of International Education at the Education University of Hong Kong (EdUHK). It was at that same institution where Székely obtained her PhD in Educational Policy and a master's degree from Tsinghua University in the field of International Development, after completing her undergraduate studies at UNAM's School of Political and Social Sciences. She thus describes the origin of the project:

A few years ago, I was analyzing these issues with a focus on education, mainly in the cases of China and Mexico, when an organization from India approached the UNESCO Chair at Hong Kong University of Education for advice on how to make their project more self-sustainable. The Barefoot College organization, developed an educational program in the desert of Rajasthan, aimed at children who cannot attend traditional schools because they have to take care of their camels and support their families subsistence. Since the government scheme to meet the educational demand did not work, they implemented their own project, opening night schools managed by the communities themselves.

demanda educativa, ellos implementaron su propio proyecto, con la apertura de escuelas nocturnas gestionadas por las mismas comunidades.

Lo anterior, refiere la investigadora, se logró sin depender de la agenda de los financiadores. A partir de este contacto durante su estancia de doctorado en EdUHK, a Székely le ofrecieron realizar la consultoría para aquella organización civil. Propuso que, en lugar de entregar desde su oficina un reporte con recomendaciones, sería mejor visitar estas escuelas en Rajasthan para conocer la situación local y, a partir de ello, explorar experiencias de personas y organizaciones en otros países, como China, México o Brasil, y compartirlas con ellos para que eligieran las soluciones que más se adaptaban a su contexto en el desierto.

ESTUDIOS DE CASO

Con el apoyo de la Cátedra UNESCO, Székely visitó las comunidades que trabajan con el Barefoot College. Ahí conoció el caso de mujeres analfabetas que aprendieron a construir y reparar los paneles solares utilizados para producir energía eléctrica en su región:

Con el apoyo de la Cátedra UNESCO, Székely visitó las comunidades que trabajan con el Barefoot College. Ahí conoció el caso de mujeres analfabetas que aprendieron a construir y reparar los paneles solares utilizados para producir energía eléctrica en su región. Un gran número de organizaciones van a las comunidades ubicadas en zonas remotas e instalan paneles solares, pero cuando se descomponen ya nadie va a arreglarlos porque es costoso llegar al lugar o la reparación no estaba calculada en el presupuesto original. Debido a esta situación, Barefoot College capacitó a los jóvenes para que aprendieran a repararlos. Pero ocurrió que los jóvenes comenzaron a migrar a la ciudad para conseguir trabajo como técnicos con lo aprendido en la reparación de los paneles. El conocimiento no se quedaba en la comunidad. Así que decidieron capacitar a las mujeres en la reparación de los paneles, sobre todo a las de mayor edad porque no

This was achieved without depending on the agenda of the funders. From this contact during her doctoral stay at EdUHK, Székely was offered to carry out consultancy for that organization. She proposed that, instead of submitting a report with recommendations from her office, it would be better to visit these schools in Rajasthan to learn about the local situation and, based on this, explore the experiences of people and organizations in other countries, such as China, Mexico, or Brazil, and share them so that they could choose the solutions that best adapted to their context in the desert.

CASE STUDIES

With the support of the UNESCO Chair, Székely visited the communities working with Barefoot College. There she learned about the case of illiterate women, who learned to build and repair solar panels used to produce electricity in their region.

A large number of organizations go to communities in remote areas and install solar panels, but, when they break down, no one will fix them because it is expensive to get to the site, or the repair was not included in the original budget. Because of this situation, Barefoot College trained young people to repair them. But these young people began to migrate to the city to get jobs as technicians with what they had learned about repairing the panels. Knowledge did not stay in the community.

So they decided to train women in panel repair, especially older women because they have no intention of migrating. This ensured that the knowledge would remain in the communities and that the project would continue to function, without relying on external experts to provide electricity to the communities.

In addition to repairing panels, the women now make solar lamps for night schools so that children can study after helping their families. This model is an example of how to build greater self-sustainability and, because of its results, it

tienen intención de migrar. Esto garantizaba que el conocimiento se quedara en las comunidades y que el proyecto siguiera funcionando, sin depender de expertos externos para proveerlas de energía eléctrica.

Además de reparar paneles, actualmente las mujeres fabrican lámparas solares que regalan a las escuelas nocturnas para que los niños estudien después de ayudar a sus familias. Este modelo es un ejemplo de cómo se puede construir mayor autosustentabilidad y, por sus resultados se ha llevado a más de cuarenta países con el fin de capacitar a mujeres de comunidades rurales con características similares

NACE LA PLATAFORMA

Tras finalizar su investigación para Barefoot College, Székely tuvo la idea de compartir más experiencias de autosustentabilidad que ella había detectado en otros países y publicarlas en internet:

Empecé un pequeño blog donde decidí poner estas experiencias a disposición del público. Me convencí de dos cosas: que en medio de la cantidad de información masiva sobre todas las cosas espantosas que ocurren en el mundo y toda esa fuerza destructiva, suelen quedar subrepresentadas las otras fuerzas creativas.

Dado que por distintos motivos yo viajaba mucho, decidí que cada vez que tuviera la posibilidad de visitar otro lugar, aprovecharía para explorar y compartir las experiencias de otros proyectos. Así pasaron ocho años recopilando experiencias hasta antes de la pandemia.

En el sitio en internet www.autonomy.viainteraxion.org se documentan casos como el del “Mercado alternativo y economía solidaria en Veracruz”, un proyecto que busca ser autogestivo, en el que las personas de la comunidad de Espinal intercambian bienes, servicios y saberes a modo de trueque, utilizando una especie de moneda a la que llaman Túmin.

has been taken to more than forty countries to train women in rural communities with similar characteristics.

THE PLATFORM IS BORN

After completing her research for Barefoot College, Székely had the idea to share more self-sustainability experiences she had detected in other countries and publish them on the Internet:

I started a small blog where I decided to make these experiences available to the public. I became convinced of two things: amidst the massive amount of information about all the scary things going on in the world and all that destructive force, the other creative forces are often underrepresented.

The website www.autonomy.viainteraxion.org documents cases such as the “Alternative Market and Solidarity Economy in Veracruz”, a project that seeks to be self-managed, in which the people from the community of Espinal barter goods, services, and knowledge, using a kind of currency they call *Tumin*.

In China, there are cases such as “In Action”, a rural-migrants organization who voluntarily support other workers migrating to Beijing, to improve their living conditions and health, as they have no access to local social services.

Hong Kong is home to Greenprice, a social enterprise that recovers food that is about to be discarded by supermarkets due to marketing strategies. These foods are removed from the shelves because they are past their optimal consumption date, but not their expiration date. People are unaware of this difference and therefore do not buy them. This situation generates tons of wasted food daily. Greenprice takes back the food and makes it available for sale in its online stores at an affordable price while educating consumers about the differences in labeling.

De China se presentan casos como el de “En acción”, una organización de migrantes rurales que voluntariamente apoyan a otros trabajadores que también migran a Pekín, con el fin de mejorar sus condiciones de vida y salud, ya que no tienen acceso a los servicios sociales locales.

En Hong Kong se encuentra Greenprice, una empresa social que recupera alimentos que están a punto de ser desechados por los grandes supermercados debido a las estrategias de mercadotecnia. Dichos alimentos son retirados de los anaqueles porque ya pasó la fecha de su consumo óptimo, pero no su fecha de caducidad. La gente desconoce esta diferencia y por ello no los compra. Esta situación genera toneladas de comida desperdiciada diariamente. Greenprice se encarga de recuperar los alimentos y ponerlos a la venta en sus tiendas en línea a un precio accesible, al tiempo que educa a los consumidores sobre las diferencias en el etiquetado.

En Indonesia, Székely estudió entre otros proyectos, el caso del Banco de Basura (Gemah Ripah), una organización que compra los desechos de sus vecinos y les ayuda a ahorrar el dinero que ganan para que lo inviertan, preferiblemente, en la educación de sus hijos. Los desechos se reciclan con el fin de reducir el problema de la basura en las calles y propiciar el cuidado del medio ambiente.

La investigadora no considera que existan los conceptos de buenas o malas prácticas de autosustentabilidad. Una experiencia que funciona en un lugar no forzosamente es la mejor solución en otros contextos. El objetivo de la plataforma es compartir experiencias que sirvan de inspiración a otras personas para que aumenten la autosustentabilidad de sus propios proyectos.

ALCANZAR A MÁS PERSONAS

Hasta mediados de 2022 el sitio ha recibido más de cien mil visitas; un alcance orgánico, sin ninguna promoción o difusión externa, lo que ilustra el interés por el tema. No solo se reportan prácticas; también se presenta un catálogo con las estrategias que se emplearon en los proyectos para aumentar

In Indonesia, Székely studied, among other projects, the case of the Garbage Bank (Gemah Ripah), an organization that buys waste from its neighbors and helps them save the money they earn to invest, preferably in their children’s education. The waste is recycled to mitigate the problem of garbage on the streets and to promote environmental care.

The researcher considers that there are no good or bad self-sustainability practices. An experience that works in one place is not necessarily the best solution in other context. The objective of the platform is to share experiences that inspire others to increase the self-sustainability of their projects.

REACHING MORE PEOPLE

As of mid-2022, the site has received more than 100 thousand visits. This is an organic reach, without any external promotion or advertisement, which illustrates the interest in the subject. There are not only practices reported, but there is also a catalog presented with the strategies employed in the projects to increase their level of self-sustainability. Székely points out that the site still has an academic language, so she is rewriting the contents to make the information accessible to more development actors of all types and from any part of the world. In addition to publishing in Spanish and English, the researcher seeks to translate the contents into other languages, starting with Chinese, a language in which she is also fluent.

The UNESCO Chair wanted to support the project in order to launch a new platform and fund more case studies. “This took me to Indonesia to see what is being done in Southeast Asia and learn about practices that seek to solve local problems,” Székely adds.

Self-sustainability does not only depend on achieving a good business model; for interventions to be sustained, other factors come into play so that you, as a community or organization, have a greater capacity to do more with your own decisions, in the way that is most relevant to your community.

su nivel de autosustentabilidad. Székely refiere que el sitio aún tiene un lenguaje académico, por lo que está reescribiendo los contenidos con el fin de que la información sea accesible a más actores de desarrollo de todo tipo y de cualquier parte del mundo. Además de publicar en español e inglés, la investigadora busca traducir los contenidos a otros idiomas, empezando por el chino, lengua que ella también domina.

La Cátedra UNESCO se interesó en apoyar el proyecto con el fin de lanzar una nueva plataforma y financiar el estudio de más casos; “Esto me llevó a Indonesia para ver qué se está haciendo en el Sureste Asiático y conocer prácticas que buscan resolver problemas locales”, añade Székely.

La autosustentabilidad no solo depende de que logres un buen modelo de negocio; para que las intervenciones se sostengan entran en juego otros factores para que tú, como comunidad u organización, tengas una mayor capacidad de hacer más cosas con tus propias decisiones, de la forma que sea más relevante para tu comunidad.

Al público interesado en conocer sobre las prácticas de desarrollo autosustentable y las estrategias de autosustentabilidad empleadas en los estudios de caso, le invitamos a visitar el sitio: www.autonomy.viainteraxion.org. ●

Anyone interested in learning about self-sustainable development practices and self-sustainability strategies employed in the case studies may visit www.autonomy.viainteraxion.org. ●

Raúl L. Parra studied Communications (bachelor’s and master’s degrees) at UNAM, specializing in political Communication and digital media. He has been foreigner expert at the Spanish Department of China’s International Radio. He is Coordinador for Communication and Liaison, and editor of the electronic newsletter En el ombligo de la luna, published by UNAM’s Mexican Studies Center in China.

Emilia Székely Works at UNAM’s Complexity Sciences Center (C3) and is a part of the Academic Working Group of the University’s Program for Asian and African Studies. She studied Politology at UNAM and a master’s degree in International Development at Tsinghua University, China, as well as a PhD in Educational Politics at the Education University of Hong Kong. Her main research interests include Sinology, Mexican-Chinese Relations, Interculturality, Educational Politics, Development and self-sustainability.

English version by Ángel Mandujano

Raúl L. Parra es licenciado y maestro en comunicación por la UNAM, especializado en comunicación política y medios digitales. Colaboró como experto extranjero en el Departamento de Español de la Radio Internacional de China. Actualmente es coordinador de Vinculación y Comunicación, y editor del boletín electrónico En el ombligo de la luna del Centro de Estudios Mexicanos de la UNAM en China.

Emilia Székely trabaja en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) y forma parte del Grupo Académico de Trabajo del Programa Universitario de Estudios de Asia y África de la UNAM. Es politóloga egresada de la misma institución, con maestría en desarrollo internacional por la Universidad de Tsinghua en China y doctorado en política educativa por la Universidad de Educación de Hong Kong. Sus líneas de investigación abarcan temas de sinología, relaciones China-México, interculturalidad, política educativa, desarrollo y autosustentabilidad.