

# 1era tesis de astroquímica del Tec estudia la formación de estrellas

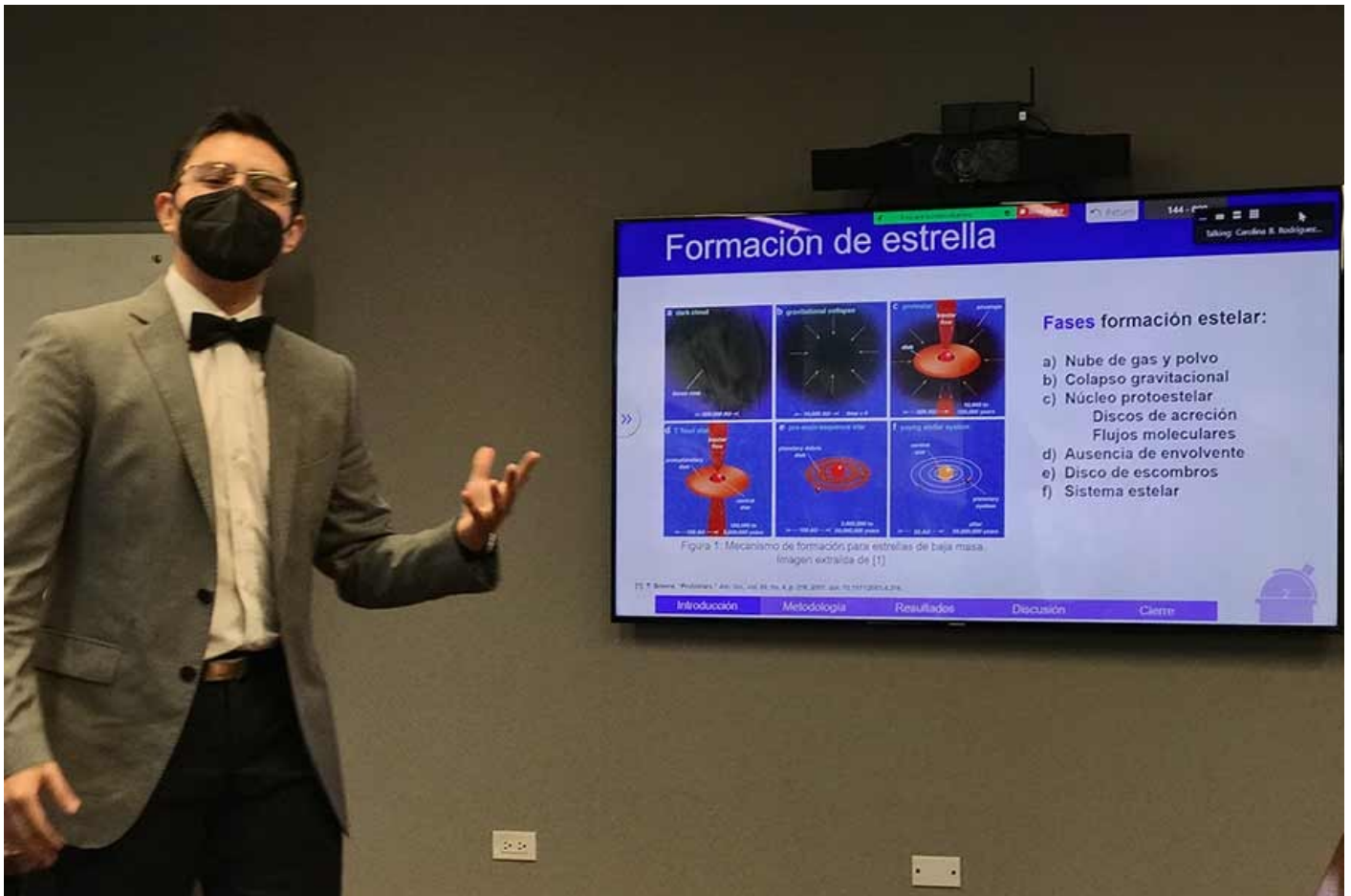


La **identificación de once especies químicas**, además de **reafirmar** la existencia de la **molécula cianoacetileno (HC<sub>3</sub>N)**, fueron los resultados de la **primera tesis en astroquímica** publicada en el [Tec de Monterrey](#).

El autor es **Iñaki Palestino**, estudiante de la **Ingeniería en Nanotecnología y Ciencias Químicas** del [campus Monterrey](#).

Para obtener estos resultados el originario de **Córdoba, Veracruz**, analizó los datos de un total de **44 regiones de formación de estrellas masivas** en nuestra Galaxia, observadas desde el [Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano de Puebla](#) o **Large Millimeter Telescope**.

Este **radiotelescopio** de plato sencillo es el más **grande del mundo en su tipo**. Con un diámetro de 50 metros fue utilizado para **obtener la primera imagen de un agujero negro**.



width="900" loading="lazy">

En la tesis titulada **Análisis de la composición química de regiones de formación de estrellas de alta masa utilizando el Gran Telescopio Milimétrico**, Iñaki aborda la importancia del estudio de formación de estrellas de alta masa.

*“Particularmente las estrellas de alta masa tienen **8 veces** la masa del Sol y son importantes por dos grandes cosas: estas estrellas son responsables de la formación de elementos químicos más allá del carbono y son responsables de **la morfología de las galaxias**”,* destacó.

Esta tesis fue uno de los **requisitos** que Iñaki tuvo que cubrir próximo a su **graduación de carrera profesional**.

**“El cielo siempre nos llama y hay que explorarlo. Es muy bonito el poder tener respuestas y compartirlas con los demás”.- Iñaki Palestino**

### **Del polvo a la formación de galaxias**

Iñaki centró su investigación en la **formación de protoestrellas masivas**, término que se refiere al **periodo de formación** que va desde que una **extensa nube** conformada por gas y polvo se **contrae** hasta que **forma el núcleo de la estrella**.

*“Durante el período de formación de las protoestrellas masivas se da la aparición de diversas moléculas como **CO, SiO, N<sub>2</sub>H<sup>+</sup>, SO** y especies de carbono de cadenas largas, particularmente,*

HC3N.

"Cada una de estas especies químicas permite observar diferentes fenómenos **asociados a la formación de estrellas**", afirmó Iñaki.

Sin embargo, **la molécula de HC3N**, resaltó, puede ser utilizada para **estimar la edad de las protoestrellas** gracias a la relación existente entre las señales detectadas y los valores derivados de ellas como la **temperatura, la densidad columnar y abundancia**.

Para la obtención de estos resultados Iñaki **utilizó datos recopilados por su asesora, la Dra. Carolina Rodríguez-Garza** en el año **2016** utilizando el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano.

"El procesamiento de estos datos fue posible gracias al **software CASSIS** que permite hacer uso del método de diagramas rotacionales, por el cual podemos obtener datos como temperatura y cantidad de moléculas en un área en las protoestrellas observadas", dijo Iñaki.

"Cada una de estas especies químicas permite observar diferentes fenómenos asociados a la formación de estrellas".- Iñaki Palestino

**Núcleo molecular caliente**

(EHV) jet  
CO H<sub>2</sub>CO  
SO SiO

Low-velocity outflow  
CO H<sub>2</sub>CO SiO SO  
CH<sub>3</sub>CHO CH<sub>3</sub>OH  
H<sub>2</sub>CCO CH<sub>3</sub>CN  
HNC HCN

Cavity Walls  
C<sub>2</sub>H  
C-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>  
<sup>13</sup>CS  
CN

Cold envelope  
DCO<sup>+</sup>  
N<sub>2</sub>D<sup>+</sup>  
H<sup>13</sup>CO<sup>+</sup>  
C<sup>18</sup>O  
N<sub>2</sub>H<sup>+</sup>  
NH<sub>3</sub>

Warm inner envelope  
COMs SO OCS H<sub>13</sub>CS  
H<sub>2</sub>S H<sub>2</sub>CCO HCOOH

Disk  
H<sub>2</sub>CO SO  
C<sup>18</sup>O C<sup>17</sup>O

Disk wind?

**Gran riqueza química:**

- Sublimación de especies
- Colisiones moleculares

**Regiones:**

- Núcleo caliente
- Chorros energéticos
- Flujos moleculares
- Cavity
- Envoltorio
- Disco de acreción

Figura 5: Esquema de las regiones encontradas en los núcleos moleculares calientes y las especies químicas contenidas. Extraído de [1]

[1] E. Tychoniec et al., "Which molecule traces what: chemical diagnostics of protostellar sources," *Astron. Astrophys.*, 2021, doi: 10.1051/0004-6361/202140692.

Introducción Metodología Resultados Discusión Cierre

width="900" loading="lazy"> El proceso de descifrar los datos estelares precisos

La selección de estas protoestrellas no fue al **azar**, sino que fue un **proceso estructurado** con varios **criterios de exclusión**, explicó Iñaki.

“El primer requisito fue que estas fuentes sean pertenecientes al **catálogo IRAS** (InfraRed Astronomical Satellite, por sus siglas en inglés), este catálogo fue obtenido por la misión espacial con el mismo nombre y cuenta con datos de alrededor de **medio millón de estrellas**.

“Además, necesitábamos que esas estrellas hayan podido ser observadas en el **hemisferio norte**, esto debido a que los telescopios tienen un rango de visión dependiente de la latitud a la que se encuentre”, resaltó.

### Un desafío a miles de años luz

Si bien las **estrellas de alta masa son muy importantes**, agregó el estudiante, existen tres principales problemas por los cuales el **estudio de sus etapas de formación es complicado**.

“El primero de estos problemas es atribuido a la **distancia** a las que se encuentran. El segundo corresponde a las **bajas temperaturas** a las que están estas regiones por lo que su observación sólo es posible con radiotelescopios.

“Finalmente, las fases de formación de estas estrellas son relativamente **más rápidas** en comparación con sus homólogas de baja masa, por lo cual el número de regiones candidatas a ser estudiada es muy bajo”, detalló.

Pese a ello el estudiante reconoció que el estudio de estas estrellas es **imperante para conocer la morfología del universo** y responder a una de las preguntas aún abiertas en Astronomía: **¿Cómo se forman las estrellas?**



width="900" loading="lazy"> **Asesora su paso por las estrellas**

**Carolina Rodríguez-Garza**, directora de carrera de **Ingeniero Físico Industrial** y la **primera mujer astrónoma en ocupar este puesto** en el campus Monterrey, fue **asesora** de Iñaki.

*“Para mí Iñaki siempre va a ser un alumno muy especial, ya que su tesis es la primera que dirijo y nada de eso hubiera sido posible sin su **entusiasmo e iniciativa**.”*

*“También porque gracias a su proactividad se materializó uno de los objetivos que yo tenía desde que llegué al Tec, **abrir las puertas** a una nueva área de investigación como la **Astronomía**”, puntualizó.*

Durante su **trayectoria** como estudiante del campus Monterrey Iñaki fue parte del **capítulo estudiantil de la American Chemical Society**, además de ser practicante en [Álvarez-Trujillo Lab](#) y fue **vicepresidente** de la **Comunidad Estudiantil Aceleradores de Partículas**.

En el 2020 también tuvo la oportunidad de ser uno de los estudiantes coordinadores **de Misión Espacial en Space Maker**, iniciativa del Tec de Monterrey enfocada en el **desarrollo de proyectos aeroespaciales**.

*“Con esa determinación estoy segura de que le espera un camino de muchas oportunidades y que conseguirá su objetivo de convertirse en un astrónomo profesional”, afirmó la profesora.*

Carolina Rodríguez-Garza además es conocida por apoyar en la divulgación científica a través de su página de Facebook donde es conocida como [La Mujer Cohete](#).

## **Comparte su visión de la astrofísica**

*“La tesis de Iñaki fue desarrollada en dos semestres. En el primero definimos la propuesta de tesis, contribuyendo con mi experiencia en asesoría de tesis”, reconoció **Fernando Rodríguez-Macías**, profesor e investigador de la [Escuela de Ingeniería y Ciencias](#).*

En el segundo semestre, agregó, procedimos a **supervisar el análisis de los datos**, con la Dra. Rodríguez-Garza dando la **perspectiva de astrofísica** y yo dando la **perspectiva química**.

*“Al final creo que se obtuvieron resultados importantes y se ha contribuido a entender un poco mejor las regiones de formación de estrellas, mediante análisis espectroscópico con una **perspectiva interdisciplinaria**”, detalló el **co-asesor** del estudiante.*

El docente resaltó que esta tesis tiene un **significado especial para él** por una cuestión histórica relacionada con su **trabajo de investigación** enfocado en los **nanomateriales de carbono**, de los cuales algunos podrían estar presentes en el **espacio interestelar**.

**“Para mí Iñaki siempre va a ser un alumno muy especial, ya que su tesis es la primera que dirijo y nada de eso hubiera sido posible sin su entusiasmo e iniciativa.- Carolina Rodríguez**

**Sienta las bases para nuevas investigaciones**

Iñaki destacó el **nexo entre la química y la astronomía** que plasma en su tesis y señaló la **importancia** de documentos como este para **la comunidad científica**.

*“Se puede utilizar el telescopio de Puebla para poder conocer más sobre las estrellas de alta masa. Es un apoyo al proyecto científico más caro de México, tenemos este instrumento que se puede utilizar para hacer ciencia en nuestra galaxia”,* comentó.

El alumno añadió que este **paso en su carrera es un gran logro**, ya que él considera a la **astronomía** como la **curiosidad máxima**.

*“El cielo siempre nos llama y hay que explorarlo. Es muy bonito el poder tener respuestas y compartirlas con los demás”,* señaló.

*Con información de Ángel Solís*

No te vayas sin leer: