

“ESCORIAS” Y “TIERRAS COCIDAS”

ACTUALIDAD DE UNA ANTIGUA CONTROVERSIA

RICARDO C. PASQUALI (*)

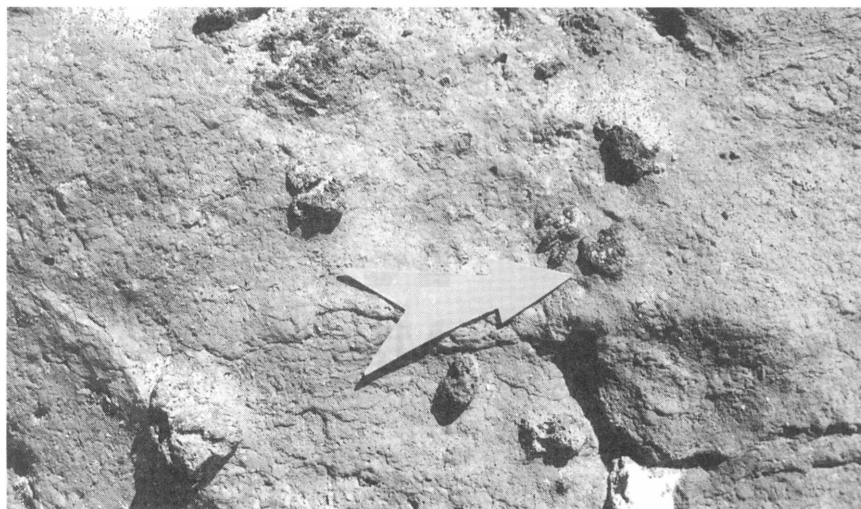
EDUARDO P. TONNI (**)

La ciencia nunca persigue la ilusoria meta de que sus respuestas sean definitivas... Su avance se encamina hacia una finalidad infinita –y, sin embargo, alcanzable–: la de descubrir incesantemente problemas nuevos, más profundos y más generales, y de sujetar nuestras respuestas (siempre provisionales) a contrastaciones constantemente renovadas y cada vez más rigurosas.

Karl R. Popper

Los acantilados marinos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, que se extienden desde poco al sur de Punta Mogotes hasta las proximidades de Miramar, constituyen el yacimiento de mamíferos del Cenozoico superior continental más importante del país. Además de los frecuentes restos fósiles, la observación de sus empinadas paredes a uno o dos metros por encima de la base, revela la presencia de dos tipos de materiales que llaman la atención, especialmente por su contraste cromático y de textura con el monótono y dominante marrón rojizo de los sedimentos portadores. Se trata de fragmentos rocosos de tamaño variable, desde tres centímetros a más de diez, de aspecto esponjoso y color oscuro, con un sorprendente parecido a las escorias de origen volcánico.

Pero esto no es todo. Asociados a las “escorias” suelen aparecer trozos pétreos también de tamaño y forma variables, con un color y textura similar al de los



“Escorias” y “tierras cocidas” *in situ* en un sector de acantilados costeros del partido de General Alvarado, provincia de Buenos Aires; la flecha tiene una longitud de 15 centímetros.

ladrillos usados en la construcción de viviendas. El aspecto de estos fragmentos sugiere la acción muy intensa del calor sobre un suelo. Por esta razón se los denominó “tierras cocidas”.

Desde su descubrimiento –a media-

dos del siglo pasado– hasta la actualidad, se elaboraron las más variadas hipótesis para explicar su origen. Cada una de éstas fue defendida por científicos tan destacados como Florentino Ameghino y Félix Outes, por nombrar

a algunos. A pesar de la gran cantidad de observaciones y experiencias realizadas y del tiempo transcurrido –más de cien años– hoy el origen de estas “escorias” y “tierras cocidas” sigue siendo tema de debate.

¿Volcanes o incendios?

Para el antropólogo, arqueólogo y lingüista Félix Outes estos dos materiales son de origen volcánico. En 1908 publica en la Revista del Museo de La Plata un trabajo en colaboración con Enrique Herrero Ducloux –el primer egresado del doctorado en química de la Universidad de Buenos Aires y luego vicedirector del Museo de La Plata– y el petrógrafo H. Bücking –director del Instituto Mineralógico y Petrográfico de la Universidad de Estrasburgo–. En este trabajo –*Estudio de las supuestas “escorias” y “tierras cocidas” de la serie pampeana de la República Argentina*– se afirma que las escorias provienen de la solidificación de lava, mientras que las tierras cocidas son

en su mayoría fragmentos sólidos emitidos durante las erupciones volcánicas, denominados tobas eruptivas.

En su obra *La antigüedad del hombre en el Plata* –publicada originalmente en 1881–, Florentino Ameghino suponía que las tierras cocidas eran “el simple resultado de la acción del fuego de un fogón encendido por el hombre en la época del Gliptodonte”. Ameghino presentaba, en el capítulo XXX de su libro, a las tierras cocidas como una de las pruebas materiales de la coexistencia del hombre con los grandes mamíferos extintos.

Posteriormente, Ameghino explicaba el origen de las escorias como el resultado de incendios de pastizales. Creía que estos incendios eran producidos intencionalmente por los primitivos pobladores con el objeto de hacer salir a los animales que se refugiaban en los pajonales y darles caza. En sus *Notas preliminares sobre el Tetraprothomo argentinus, un precursor del hombre del mioceno superior de Monte*

Hermoso (1907), Ameghino decía: “Los pajonales constituidos según las regiones por diferentes especies de cortaderas, pero sobre todo los que están formados por la hermosa especie conocida vulgarmente con el nombre de Penacho Blanco, *Gynerium (Cortaderia) argenteum* Nees, sirven de refugio a un sinnúmero de pequeños mamíferos, especialmente roedores. Con el objeto de hacerlos salir y darles caza, los indios acostumbran incendiar los pajonales. Cuando la cortadera se encuentra en terrenos bastante arenosos y relativamente secos, la parte superior se quema rápidamente, pero la parte inferior que penetra en el suelo y constituye las raíces, continúa ardiendo lentamente, durante dos o tres días y a veces aún más. Durante esta combustión lenta, los huecos que dejan las raíces se transforman en un crisol natural. El calor bastante intenso que se desarrolla dentro del suelo en el crisol así formado produce la fusión de una parte del material arenoso, favorecida por la cantidad de sustancias alcalinas que contienen las raíces, dan-



MADECO S.A.
Materiales para la construcción

Calle 50 e/ 121 y 122

1900 La Plata

Tels.: (0221) 483-4251 / 483-7448

do por resultado la formación de una especie de escoria muy porosa y muy liviana, que a primera vista presenta un aspecto parecido al de lava volcánica, y es idéntica a la que se encuentra en las capas miocenas de Monte Hermoso, ya en fragmentos pequeños y rodados, como los ha observado Steinmann, ya en grandes masas *in situ*, que pasan gradualmente al terreno normal. En el interior de trozos de esa escoria de Monte Hermoso considerada por Steinmann como lava, he encontrado pequeños fragmentos de paja no quemada o que lo está de un modo incompleto, y granos de arena silíceo que la materia en fusión los envolvió sin alcanzar a fundirlos. De esto se desprende que ya en esa lejana época el precursor del hombre incendiaba los pajonales para dar caza a los *Pachyrucos*, *Tremacyllus*, *Paleocavia*, *Dicoelophorus*, *Pithanothomys*, etc., que en ellos se albergaban.”

Para verificar esta segunda hipótesis de Ameghino, Whitman Cross, del Servicio Geológico de los Estados Unidos de América, quemó cortaderas, algunas frescas y otras secas. En la cortadera fresca, el penacho ardía, pero el fuego no alcanzaba el suelo. Cuando la cortadera estaba seca, el penacho se quemaba y la combustión se mantenía durante varias horas. “Una planta grande, que se comenzó a quemar a las cinco en punto de la tarde, se había convertido en una masa incandescente a las siete de la mañana siguiente”, comentaba Cross. “El efecto sobre la tierra subyacente era, sin embargo, muy leve”, agregaba. En efecto, el loess –sedimento de coloración predominante marrón rojiza presente en la llanura pampeana– era enrojecido hasta una profundidad de un centímetro, más o menos. “No era calcinado a una masa semejante a un ladrillo o a una escoria”, comentaba (véase Cross, en Hrdlicka, 1912). El fuego persistió durante catorce horas, pero sólo en superficie, sin un efecto notable sobre el loess.

Al mezclar íntimamente la hierba con el loess, se observaba que la combustión sí afectaba al suelo. Al hacer arder una de las gramíneas conocidas comúnmente como esparto (*Spartina montevidensis* Arch.), el loess que estaba cerca del tallo se calcinaba.

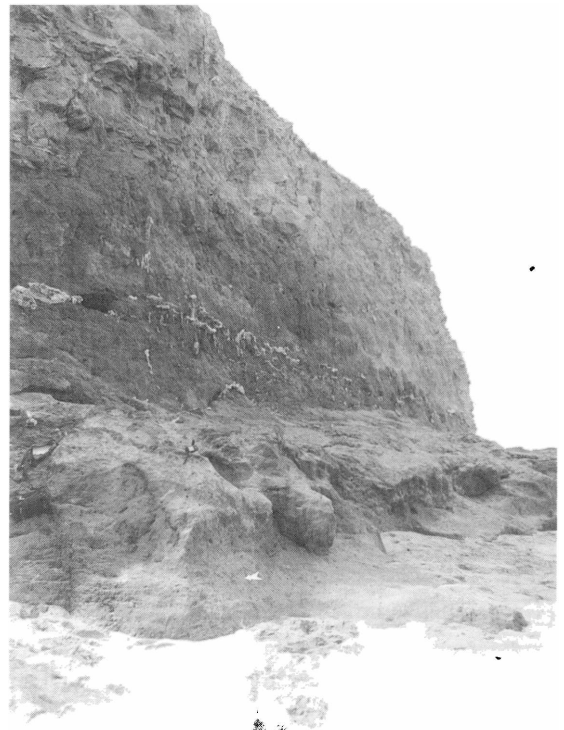
En el delta del río Colorado, al sur de la provincia de Buenos Aires, el geólogo Bailey Willis –que junto con el antropólogo Alec Hrdlicka viajó a la Argentina para refutar la teoría de Ameghino sobre el origen sudamericano del hombre (véase Hrdlicka, 1912)– observó un área de unos cien metros de diámetro en la que se había quemado esparto recientemente. Los tallos y las raíces habían ardido, dando una masa esponjosa que estaba formada por tierra calcinada, con un color que va del rosado al rojo, en parte con aspecto de escoria. Las masas calcinadas tenían un diámetro de más de diez centímetros, con impresiones de tallos y trocitos de hierba carbonizada, con un aspecto similar al de las muestras que obtuvo Ameghino de los sedimentos pampeanos. Estas observaciones dieron peso a la hipótesis que atribuía el origen de las tierras cocidas en la combustión de hierbas. “Sin embargo –comentaba Willis– no hay nada que relacione a las tierras cocidas del Pampeano con el hombre. Cualquier fuego, ya sea originado por combustión espontánea, por caída de rayos, o por otras condiciones naturales, podría tener como efecto la cocción de la tierra bajo condiciones favorables”.

Bailey Willis recolectó especímenes de tierra cocida junto con Florentino Ameghino y Alec Hrdlicka en la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires; con Santiago Roth en Saladillo, cerca de Rosario; y solo en el río Colorado, al sur de Bahía Blanca. Estas muestras fueron remitidas al Laboratorio de Geofísica del Instituto Carnegie de Washington para realizar una exhaustiva investigación de sus características físicas y de las condiciones en que se originaron.

Del informe de este laboratorio se concluía que los especímenes de tierra

cocida estudiados estaban, en su mayor parte, compuestos simplemente por fragmentos de loess que han sido endurecidos y enrojecidos por acción del calor a temperaturas comprendidas entre 850 y 1050 grados.

En cuanto a las escorias, el estudio petrográfico revelaba que sus características microscópicas no coincidían con las de ningún tipo de lava volcánica conocida. Estaban formadas por una matriz vítrea y fragmentos de varios minerales, como cuarzo, plagioclasa, piroxeno y magnetita. La matriz vítrea



Sector de acantilados costeros en el partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires. Las "escorias" y "tierras cocidas" se distribuyen fundamentalmente en el tercio inferior.

tenía una composición variable, lo que se traducía en variaciones del índice de refracción –una magnitud inversamente proporcional a la velocidad de la luz en un cierto medio– de un punto a otro, desde 1,51 a 1,56 o más. Variaciones de esta magnitud no habían sido observadas en lavas volcánicas. De acuerdo con el informe del Instituto Carnegie, los minerales presentes en las escorias eran prácticamente idénticos a los observados en el loess. Las evidencias microscópicas y térmicas probaron que las escorias se produjeron por fusión de loess, a temperaturas superiores a los 1050 grados, y bajo condiciones que

protegeron a la masa fundida de la oxidación.

El geólogo Jorge Orlando San Cristóbal, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, también admitía que las escorias y tierras cocidas estaban vinculadas con incendios. En 1985, durante las Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses, afirmaba que "Para los habitantes de la Pampa, donde los incendios de montes y pajonales son muy frecuentes, resulta obvia la relación que existe entre incendios y estructuras como las mencionadas, que se forman en la actualidad. Es más, a veces se las vincula a viejas prácticas agrícolas. Mucho antes de conocer este dilema, pude observar escorias en las cenizas de una parva de pasto íntegramente consumida por el fuego. Su distribución y relación con las cenizas no dejaba dudas de que se había formado durante el proceso de combustión" (San Cristóbal, 1985). Agregaba que "durante trabajos de campo con otros fines y que cubren una vasta región de la llanura pampeana, he hallado, descripto y muestreado escorias y tierras cocidas en cantidad suficiente como para suponer que gran parte, sino todas, se originan de la manera indicada".

Reacciones químicas con el agua

Después de haber realizado un gran número de estudios petrográficos y experiencias de laboratorio sobre muestras de sedimentos de las barrancas de Miramar y Mar del Plata, César Cortelezzi –de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata– llegó a la conclusión de que las escorias son el producto de reacciones químicas producidas entre los minerales presentes en los sedimentos y el agua que pasa por los mismos (Cortelezzi, 1971). Estas reacciones habrían ocurrido a temperatura ambiente y a un pH –una medida de la acidez, neutralidad o alcalinidad del agua– determinado.

Para Cortelezzi es imposible considerar las escorias como fragmentos de rocas volcánicas por una serie de evidencias, que hiciera notar Ameghino:

No hay indicios en las barrancas

donde se hallaron, sino ocasionalmente, de cauces ligados a las escorias. Esto invalida la hipótesis del arrastre de las escorias desde zonas con actividad volcánica a través de ríos o arroyos.

No hay límite neto entre las escorias y los sedimentos que las rodean, observándose en muchos casos un pasaje gradual de uno al otro.

Es imposible el transporte de un material tan frágil desde distancia considerable sin que se destruya totalmente. Además, las escorias no presentan indicios de haber sufrido transporte.

Por estas evidencias, Cortelezzi consideraba que las escorias se habían formado en el lugar donde habían sido halladas a partir de un sedimento similar al circundante.

Para probar su hipótesis, construyó un equipo que permitía la circulación de soluciones a través de los sedimentos sin producir perturbaciones mecánicas. De este estudio concluyó que las escorias se formaron por un proceso fisicoquímico de ataque de los minerales presentes en los sedimentos portadores por soluciones ligeramente ácidas o casi neutras, con liberación de sílice que se deposita como gel en canalículos. Suponía que por desecamiento del mismo cristaliza calcedonia –sílice formada por finas fibras– o precipita ópalo –sílice hidratada–, que engloba a minerales más resistentes al ataque.

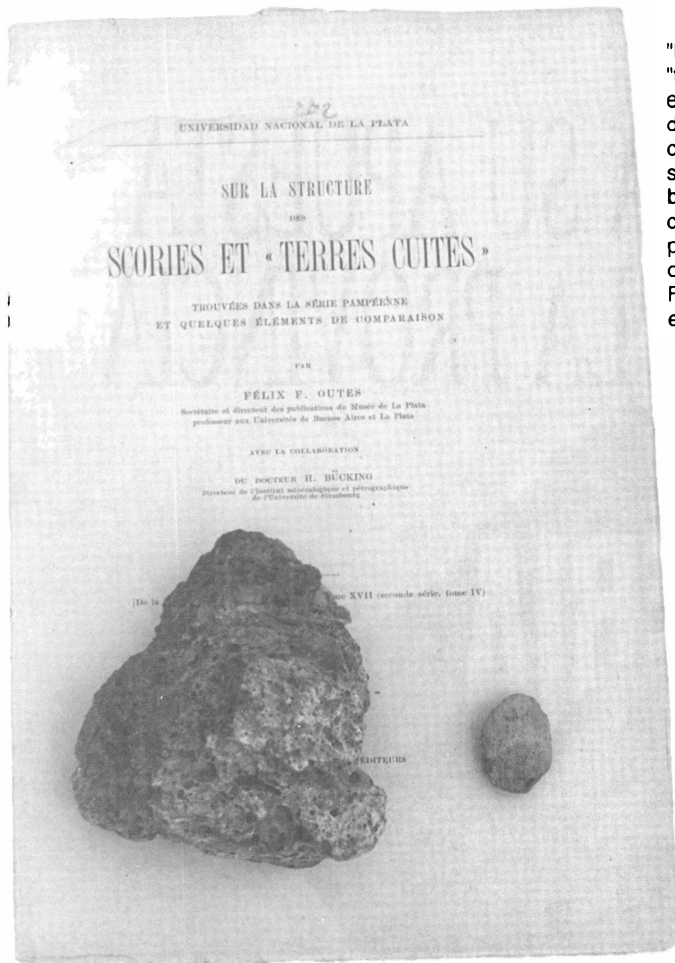
El origen cósmico

Como si faltasen hipótesis, un equipo de investigadores de la Argentina y de los Estados Unidos de América relacionó las escorias y tierras cocidas de los acantilados al sur de Mar del Plata con la caída de un asteroide hace unos 3,3 millones de años. Los científicos que plantearon esta hipótesis son los geólogos Marcelo Zárate –del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Mendoza– y Cecilia Camilión –de la Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Geomorfología y Suelos–, junto con los norteamericanos Peter Schultz –un especialista en relieve lunar de la Universidad Brown, Providence–, William

Hames –de la Universidad Auburn– y John King –de la Universidad de Rhode Island–. Las conclusiones de estas investigaciones fueron presentadas en el VII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía realizado en Bahía Blanca en 1998 (Schultz *et al.*, 1998a) y publicadas en la revista científica norteamericana *Science* del 11 de diciembre del mismo año (Schultz *et al.*, 1998b).

Schultz había estudiado unos materiales vítreos provenientes de una cadena de cráteres producida por un meteorito de 150–300 metros de diámetro, caído hace unos 4000 años en Río Cuarto, provincia de Córdoba. Estos cráteres fueron descubiertos por Rubén Lianza en 1990, mientras realizaba vuelos de rutina. El análisis químico de estos vidrios –formados por el calor liberado en el impacto– demostraba que no eran muy diferentes a las escorias de Mar del Plata, excepto por su menor contenido de sodio y potasio. Este resultado sugería un origen cósmico para las escorias y tierras cocidas. Lo que terminó por convencer a Zárate y Schultz fue la identificación de un mineral conocido como *baddeleyita* –que químicamente es dióxido de circonio–, que se produce a temperaturas superiores a los 1700 grados por descomposición del circón, un silicato de circonio. De acuerdo a los investigadores, esas temperaturas podrían lograrse durante el impacto de asteroides, y no como consecuencia de un incendio.

Para determinar la edad de las escorias, los investigadores utilizaron el método del argón 40/argón 39. Esta técnica se basa en que una variedad o isótopo del potasio natural, el potasio 40, es radiactiva y se transforma lentamente en argón 40. Cuanto más antigua es la muestra, menor es su contenido en potasio 40 y mayor el de argón 40. Bombardeando la muestra con neutrones, se logra que el potasio 39 –la variedad no radiactiva– se convierta en argón 39. La edad de la roca está dada por la relación entre esas dos variedades del argón. Esta relación se determina con un espectrómetro de masas, previa fusión con un láser para liberar argón, que es un gas. Aplicando este método, los investigadores obtuvieron para las escorias una edad de unos 3,3 millones de años, que corresponde a la parte



"Escorias" y "tierras cocidas" extraídas de los acantilados costeros del sudeste bonaerense; como fondo una publicación original de F. Outes sobre el tema.

mana... Pero el valor científico, objetivo de una teoría... es independiente de la mente humana que la crea o la entiende."

Agradecimientos. A los Dres. Zulma Gasparini y Alberto L. Cione por sus sugerencias que contribuyeron a mejorar el original. A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y a la Universidad Nacional de La Plata, por su permanente apoyo.

**Facultad Regional Haedo, Universidad Tecnológica Nacional; periodista científico.
**Departamento Científico Paleontología de Vertebrados, Museo de La Plata; investigador de la CIC.*

Bibliografía citada

- Ameghino, F.** 1881. La antigüedad del hombre en el Plata. Dos volúmenes de 600 pág. cada uno, París y Buenos Aires (edición del autor).
- Ameghino, F.** 1907. Notas preliminares sobre el *Tetraprothomo argentinus*, un precursor del hombre del mioceno superior de Monte Hermoso. *Anales Museo Nac. Buenos Aires*, ser. 3, 9: 107-242.
- Cortelezzi, C.** 1971. El origen de las escorias. *Rev. Museo La Plata* 7 (nueva serie), Geología 60: 233-243.
- Hrdlicka, A.** 1912. Early man in South America. Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology, *Bulletin* 52: 45-98.
- Outes, F., E. Herrero Ducloux y H. Bücking.** 1908. Estudio de las supuestas "escorias" y "tierras cocidas" de la serie pampeana de la República Argentina. *Rev. Museo La Plata* 15 (segunda serie, tomo II): 138-197.
- San Cristóbal, J.** 1985. Escorias y tierras cocidas, su más probable origen. *En: Resúmenes Primeras Jornadas Geológ. Bonaerenses*, pág. 46.
- Schultz, P., M. Zárate, W. Hames, y C. Camilión.** 1998a. Impact-generated escorias as benchmarks for Argentine loess chronostratigraphy. *En: Resúmenes VII Congr. Argent. Paleontología y Bioestratigrafía*, pág. 133.
- Schultz, P., M. Zárate, W. Hames, C. Camilión y J. King.** 1998b. A 3.3 Ma Impact in Argentina and possible consequences. *Science* 282: 2061-2063.

temprana del Plioceno tardío. Las rocas que representan este momento del tiempo geológico se conocen regionalmente con el nombre de Chapadmalense.

Los investigadores no hallaron evidencias sobre la presencia de un cráter, pero suponen que el asteroide pudo haber impactado en la plataforma submarina, entre Mar del Plata y Miramar.

De acuerdo con Zárate, Camilión, Schultz, Hames y King, la presencia de las escorias es de gran utilidad para geólogos y paleontólogos, ya que permiten datar sus sedimentos portadores. Para poder aplicar métodos de datación como el del argón 40/argón 39 se requiere que haya una roca ígnea, que se produce por solidificación de un material fluido, como lava volcánica o sedimentos fundidos por la caída de rayos o asteroides. Esta técnica de datación no es aplicable a rocas sedimentarias. Estos sedimentos datados constituyen niveles de referencia de tiempo geológico, y con el auxilio de otras técnicas, tales como el paleomag-

netismo, es posible extender la calibración temporal a otros estratos, que están próximos a los portadores de escorias.

¿Volcanes, incendios, reacciones químicas con el agua o asteroides? Las distintas hipótesis formuladas para explicar el origen de las escorias y las tierras cocidas se basaron en evidencias que van desde la observación a simple vista hasta el empleo de sofisticadas técnicas instrumentales, y desde la perspectiva de una ciencia en particular hasta el enfoque interdisciplinario. Seguramente este último es el camino que permitirá una aproximación a las causas que hace más de tres millones de años originaron a estos modestos pero enigmáticos materiales pétreos.

Mientras tanto, esta síntesis sobre un aspecto puntual de una ciencia nos conduce a repensar aquella frase generalizadora de Imre Lakatos: "Las creencias, los compromisos, el entendimiento son estados de la mente hu-