

La Actividad Matemática Judía en Sefarad

Introducción

Uno de los acontecimientos que en 1992 cumplen su Quinto Centenario, es el de la expulsión de los judíos de España, según el decreto firmado en marzo de 1492 por los Reyes Católicos. Concluyó aquel año la presencia de los judíos en este suelo ibérico, en Sefarad (nombre hebreo de España), que había perdurado durante quince siglos, largo periodo en el que cristianos, musulmanes y judíos contribuyeron a hacer la historia española.

En los diferentes reinos —islámicos o cristianos— la población judía jugó un papel muy importante.

En los reinos cristianos desempeñaron un papel relevante como repobladores de las ciudades reconquistadas o recién fundadas, garantizando el comercio y la vida artesanal. Su actividad fue decisiva en la vida económica, facilitando el préstamo, imprescindible en la vida financiera.

Es también de singular importancia el papel de los judíos en las grandes empresas culturales de la Edad Media española, como por ejemplo, en la actividad traductora desarrollada en Toledo y en otras ciudades.

Fue asimismo en España donde se produjo la que se ha denominado la "edad de oro de la cultura judía". En el Al-Andalus musulmán nacieron, vivieron y crearon algunos de los más grandes poetas hebreos de todos los tiempos, y al judaísmo español pertenecen también algunos de sus más destacados pensadores.

Con motivo del quinto centenario de la expulsión de los judíos de España, el Ministerio de Cultura ha organizado una exposición sobre la vida judía en Sefarad. Así, en la Sinagoga del Tránsito, de Toledo, han estado expuestas las principales obras fruto de la producción intelectual de los hispanojudíos.

Por último diremos en esta introducción nuestro principal objetivo al escribir este trabajo. Queremos realizar un estudio de la actividad matemática judía en Sefarad a través de las obras expuestas en la Sinagoga del Tránsito, de Toledo.

1. Actividad matemática de los hispano-judíos en la España musulmana, o Al-Andalus

Aunque la presencia de judíos en Sefarad se remonte a épocas antiguas, desde nuestro punto de vista exclusivamente cultural, la historia judía en la Península Ibérica nace en tiempos del médico y político Hasday ibn Saprut. Es decir, en la época del califato de Córdoba, en el siglo X, sin que pueda precisarse una fecha exacta (quizás, para entendernos, aproximadamente 950) y dura hasta 1492. Luego cronoló-

Concepción Romo Santos

Departamento de Álgebra,
Universidad Complutense.

gicamente coexisten dos marcos geográfico-históricos:

a) Al-Andalus, con varios periodos sucesivos.

b) El territorio cristiano, cuya historia debe subdividirse en Alta Edad, Media y Baja Edad Media, con cambio hacia el año 1250.

En la España musulmana o Al-Andalus

El nivel científico de la España musulmana —es decir, Al-Andalus— fue extraordinariamente alto. No cabe la más mínima duda de que los judíos estuvieron inmersos en las corrientes de la ciencia hispanoárabe, pero es preciso reconocer que desde el punto de vista científico, se trata de un periodo en que la actividad de los judíos cabe caracterizarla como de asimilación, puesto que la labor transmisora era innecesaria y fue poquísima la actividad creadora realizada allí.

Lo que sí hubo fue una ciencia de carácter práctico, orientada hacia el cultivo de la medicina; son muchos los médicos judíos documentados como tales.

Los periodos de actividad

Evidentemente no se trató de una época unitaria, sino que hay variedad a lo largo de los siglos.

A grandes rasgos pueden señalarse dos momentos:

1) Un periodo de auge que dura desde la instauración del califato cordobés hasta la llegada de los invasores almohades (1148), cuando empieza.

2) Un segundo periodo, en que la cultura decrece con el declinar de la importancia política de los dominios islámicos.

La vida y la cultura judía en tiempos del califato están dominadas por la personalidad de Hasday ibn Saprut (Jaén, 915-Córdoba, 970), interesado por la astronomía, fue médico en ejercicio (curó la hidropesía del rey Sancho el Craso, de Navarra).

No se conocen datos concretos acerca de la actividad de científicos judíos en la época de los reinos de taifa. Se conocen nombres de médicos; es el caso, por ejemplo, de Isaac ben Baruj Albalia, médico y astrónomo en la corte de Sevilla; pero debe destacarse la buena situación de la taifa aragonesa de los Banu Hud, pues en la ciudad de Huesca quizá nacieron y se formaron Moisés Sefardí y Abraham bar Hiyá, aunque su concreción cultural se realizara en territorio cristiano.

Todo cambia y decae con la invasión almohade. Basta citar las emigraciones forzadas de Maimónides y los Ibn Tibón.

Maimónides

Nació en Córdoba (1135), de donde emigró en 1148, primero a Fez y luego a Fostat (Egipto), lugar donde murió en 1204.

En el terreno de las ciencias ha dejado entre otros, un escrito sobre la intercalación en el calendario judío (Fez 1158), y una epístola a los rabinos de Marsella (1194) sobre la astrología; en realidad, contra la astrología, que tuvo gran influencia para contrarrestar los avances de esa pseudociencia: "todas estas cosas no son científicas, sino tonterías", dice.

Los Ibn Tibón

En la transmisión de la cultura científica árabe a los círculos judíos, y de ahí a los cristianos, tuvieron parte principal los miembros de la familia Ibn Tibón. Tradujeron al hebreo lo más importante de la ciencia matemática redactada en árabe (incluyenuo, pues, versiones del griego). Por ejemplo, los *Elementos*, de Euclides, así como obras de astrónomos griegos y del musulmán Al-bitruyí.

2. Actividad matemática de los hispanojudíos en las naciones cristianas (La Alta Edad Media y la Baja Edad Media)

Distinguiremos dos periodos: Alta y Baja Edad Media. La separación entre estos periodos la fijaremos hacia 1250.

2.1 La Alta Edad Media

La temática científica parece concentrarse en el dominio matemático, o si se quiere, matemático-astronómico: aritmética, geometría, astronomía y astrología. Los principales científicos de esta época fueron:

Moisés Sefardi

Fue médico y astrónomo. Médico de Alfonso I de Aragón. Escribió un opúsculo en latín para determinar los eclipses y, probablemente, una traducción latina de las tablas de Aljuarismi, que algunos manuscritos le atribuyen. Esas tablas fueron utilizadas por Adelardo de Bath.

Abraham bar Hiyá

El nasí Abraham bar Hiyá se firma *Hassefaradí* ("el hispano"), y suele llamarse *Habargeloni*, o sea "el barcelonés", porque efectivamente su actividad está documentada en Barcelona en los años 1134-1145. Es decir, en tiempos del conde Ramón Berenguer IV, pero hay que pensar que era originario de Al-Andalus por su producción científica en árabe y por su sobrenombre árabe de *Savosorda*.

Destacó por su labor científica. En este campo nos ha dejado las siguientes obras: "Tratado de la geometría y la medición", "Libro de la intercalación del calendario", "La forma de la Tierra", "Cálculo de las órbitas de los astros", "Tablas astronómicas". Todas estas obras están escritas en hebreo, y en

ellas se destaca el esfuerzo de Bar Hiyá por elevar el hebreo a la categoría de lengua científica.

Fue uno de los iniciadores de la corriente de traducciones al latín a través de un intermediario oral romance. Su colaborador cristiano fue Platón de Tivoli. Entre los dos tradujeron al menos once obras, todas científicas. La más notable fue la del "Ibur", que él mismo había escrito o compendiado.

Esta versión resumida tuvo gran importancia y se ha dicho que "por medio de ella la Europa cristiana aprendió geometría y trigonometría".

Abraham ibn Ezra

Fue un científico que cultivó sobre todo el campo matemático, en especial el astronómico. Su obra principal son las tablas astronómicas conocidas como *Tabulae pisanae*.

Avedant israelita

Es calificado como "el intelectual más importante de la primera mitad del siglo XII". Se le atribuye un cúmulo de traducciones de los grandes autores árabes (Albatani, Alfargani, Abenragel, Albumasar, Aljuarismi, y con esta última obra fue el introductor de la aritmética árabe en Occidente, e incluso de la palabra algoritmo).

2.2 La Baja Edad Media (1250-1492)

En la Baja Edad Media la situación difiere bastante de la Alta Edad Media. Terminadas ya las épocas de asimilación y de transmisión, precisamente entonces se produce la gran labor creadora, que se manifiesta primordialmente en el campo de la astronomía.

Las ciencias matemático-astronómicas

En este campo es casi absoluto el predominio de la ciencia astronómica; se piensa en los astrónomos (de biblioteca y de observación) activos en Toledo

bajo la protección de Alfonso X de Castilla. En concreto, de Isaac ben Sayid y Yehudá ben Moisés. Y también hay que señalar lo realizado en la Corona de Aragón, en la corte de Pedro IV el Ceremonioso.

Es preciso señalar la labor de los judíos fabricantes de instrumentos de medición y cálculo (astrolabios), así como de relojes auxiliares.

Citaremos también la crítica de Hasday Cresques (Barcelona, 1340—Zaragoza, 1411) a la física aristotélica, que abrió nuevos horizontes científicos. Es conocida su influencia en Pico della Mirandola, y en Spincza.

En 1310, Isaac Israelí compuso en Toledo el *Yesod'olam* ("Fundamento del mundo"), un compendio astronómico redactado en hebreo.

Finalmente hay que decir que ya en los días de la expulsión, el astrónomo Abraham Zacuto redactó obras en hebreo y en castellano.

Los científicos judíos de la corte de Alfonso X: Isaac ben Sayid y Yehudá ben Moisés

Contra la idea generalizada de la intervención personal de Alfonso X (rey de 1252 a 1284) en las obras científicas preparadas bajo su mecenazgo, el examen de treinta obras astronómico-astrológicas en castellano, pone de manifiesto la gran participación de intelectuales judíos, que intervinieron en 74% de esas obras, y eso sin entrar a valorar la importancia de las mismas. Esas obras pueden clasificarse en tres grupos: traducciones del árabe, tratados más o menos originales seguramente basados en fuentes árabes, y tablas astronómicas. El examen revela la parte destacadísima de Yehudá ben Moisés y de Isaac ben Sayid, que colaboraron en el 58% de las obras, entre las cuales figuran las célebres Tablas Astronómicas, que la posteridad conoció con el nombre de Tablas Alfonsíes.

Los demás colaboradores judíos fueron don Abraham, don Mossé y Samuel Haleví.

La historia recuerda bien las Tablas Alfonsíes, compuestas para el meridiano de Toledo y el año radix 1252. Con esta denominación se conservan dos obras esencialmente distintas: 1) unos cánones, y 2) unas tablas numéricas, aplicables (gracias a un sencillo expediente matemático) sea al calendario cristiano, sea al calendario musulmán. Fueron adaptadas para fechas posteriores, y citadas —y quizá utilizadas— por astrónomos como Tycho Brahe, Galileo y Kepler, hasta que este último las superó con sus Tablas Rudolfinas en 1627, es decir, después de casi cuatro siglos de vigencia.

Los científicos judíos de la época de Pedro IV el Ceremonioso

Aunque Pedro el Ceremonioso de Aragón quisiera emular a Alfonso X, y pese a sus cincuenta años de reinado (1336-1387), la verdad es que ni los resultados conseguidos ni el aprecio de la posteridad, acompañaron sus deseos. Pero contó con colaboradores científicos judíos. Estos colaboradores estuvieron activos en tres de las grandes ciudades de sus dominios: Barcelona, Mallorca y Perpiñán.

En la labor de fabricar instrumentos de medición y cálculo (relojes, astrolabios, cuadrantes, brújulas o compases) destacaron varios judíos mallorquines. Entre ellos Isaac Nafuci, así como los hermanos Belshom y Vidal Efraim. También en Mallorca vivieron judíos dibujantes de brújulas, cartas de navegar y mapamundis, como Cresques Abraham, y su hijo, Jafadá Cresques.

Otros judíos estuvieron activos en Perpiñán. Allí consta que Isaac del Barrio construía relojes y astrolabios, y Jacob ben David compuso unas tablas astronómicas.

Pero como era de esperar, el mayor número de colaboradores judíos desa-

rolló su actividad en Barcelona. Ahí se hallaba la rica biblioteca real (con traducciones hechas por científicos judíos), y allí estaban los instrumentos astronómicos, de gran tamaño, utilizados para las observaciones que conducirían a la composición de las tablas astronómicas, a veces llamadas de Barcelona (calculadas para el meridiano de dicha ciudad y a partir del año radix 1320). Empezadas por dos cristianos, las concluyó el judío castellano Jacob Corsino.

Abraham Zacuto

En los últimos años del siglo XV destaca la personalidad de Abraham Zacuto, un emigrado cuya obra científica se realiza mayormente en la Península Ibérica, pero también en el exilio. Su principal obra es el *Almanach perpetuum*.

3. Obras matemáticas hispanojudías expuestas en la Sinagoga del Tránsito de Toledo

Libro de las formas e imágenes que están en los cielos.

Toledo, 1276-1279

Manuscritos sobre pergamino; iluminado.

Encuadernación escurialense

Biblioteca Laurentina, San Lorenzo de El Escorial (Madrid). Ms h-I-16 (procede de la Capilla Real de Granada)

Producido en el Escritorio Real, se cree que es un a modo de prólogo, o índice del Lapidario, o de una serie de tratados astrológicos que Alfonso X pensaba mandar o ya había mandado escribir. Lleva iniciales moradas y azules, calderones rojos y azules, y epígrafes en rojo; la primera capital en oro y colores representa una figura de cuerpo entero sentada y con corona, que muestra un libro a otros cinco, que están de rodillas. Otras miniaturas con los signos del zodiaco.

Lapidario

Toledo, 1250 (texto), y 1276-1279 (iluminado). Manuscrito sobre pergamino; iluminado.

Biblioteca Laurentina, San Lorenzo de El Escorial, Ms h-I-15.

Encuadernación escurialense (perteneció a Diego Hurtado de Mendoza).

Primera obra astrológica que mandó traducir Alfonso X el Sabio. Es un tratado acerca de las propiedades de 360 piedras y de su relación con los signos astrológicos, así como un manual de ciencia aplicada, a modo de vademecum medieval de farmacopea o libro de remedios. Lo tradujeron del árabe Yehudá ben Moisés, Hacobén ibn Mosca y Garcí Pérez, entre 1243 y 1250; es decir, antes del advenimiento de Alfonso X al trono. La obra está dividida en cuatro partes, de las que sólo se terminaron de iluminar las dos primeras. La decoración, realizada en el Escritorio Regio, presenta numerosas miniaturas de asunto mitológico y astrológico, con abundancia de tipos de la época —cristianos, moros y judíos— así como seres fantásticos. Las más interesantes del Primer Lapidario son las que narran la búsqueda y hallazgo de cada piedra, así como las grandes ruedas a toda página, con organización radial y presididas por un signo del zodiaco, que figuran al final de cada uno de los doce capítulos en que se divide el texto.

Libros del Saber de Astronomía

Toledo, 1255-1279; copia del siglo XVI
Manuscrito sobre papel, iluminado

Encuadernado en tabla forrada de vaqueta roja, con estampados dorados y el escudo de Felipe II en las tapas.

Biblioteca Laurentina, San Lorenzo de El Escorial (Madrid). Ms h-I-1.

Copia del códice complutense descrito anteriormente, con ciento sesenta y tres dibujos en color, hechos por

el arquitecto Juan de Herrera. La copia fue encargada por Felipe II en 1562, para el príncipe Don Carlos, a instancias de su preceptor, Honorato Juan, "por ser el más principal y más necesario libro que en esta ciencia se halla". La llevó a cabo Diego de Valencia, natural de Nájera.

Libros del Saber de Astronomía

Toledo, 1255-1279

Manuscrito sobre vitela; iluminado
Biblioteca de la Universidad Complutense, Madrid.

Villa-Amil n. 156

Contiene once tratados astrológicos, unos originales y otros adaptados de obras anteriores, elaborados por judíos que desarrollaron su actividad científica colaborando en la importantísima tarea de trasvase cultural impulsada por Alfonso X el Sabio. Entre los originales hay diez libros de Isaac ibn Sid (Sayid) de Toledo, sobre los astrolabios, cuadrantes y relojes, y otro de Samuel el Leví de Toledo, "Del elogio de la candela". Entre los traducidos figuran los adaptados por el afaquín del rey Yehudá Hacohén ibn Mosca, y el clérigo Guillén Arremón Despá; a saber, los cuatro libros de las estrellas y el libro de la esfera (1259-1277); así como el libro de la *açafeha* de Azarquiel (1029-1100), traducido primeramente (1255-1256) por Fernando de Toledo, y luego (Burgos 1277) por Bernardo el Árábigo y "don Abraham, alfaquín del Rey". Se tiene a este códice por el *princeps* que saliera del Escritorio Real, y conserva parte de su espléndida iluminación, merced a destacarse las que ilustran los libros de las estrellas y los de relojes.

Astrolabio

España, 1229

Bronce, 13.5 cm. diámetro

Staatsbibliothek Preussischer

Kulturbesitz-Orientabteilung,

Berlín (Alemania) Ms Sprenger 2050.

El astrolabio es el principal instrumento de medición y cálculo usado por los astrónomos medievales. De hecho, era la calculadora analógica de entonces. La mayoría de los conservados son árabes, pero algunos llevan inscritas palabras en hebreo. El que se menciona lo fabricó Muhamad ibn Alsafar; lleva alrededor una inscripción en árabe, en cuya parte superior puede leerse la palabra hebrea *quéset*, "arco", y encima de la pieza base aparece también en hebreo la palabra Córdoba.

De Rationibus Tabularum de Abraham ibn Ezrá

Sur de Francia, 1154; copia del siglo XIII

Manuscrito sobre pergamino, 157 fols.

Encuadernado en piel gofrada sobre tabla y con dos broches.

Biblioteca Nacional. Madrid Ms 10053

Códice astronómico misceláneo con numerosas tablas y figuras geométricas. Conserva la recensión latina del *De rationibus tabularum*, de Abraham ibn Ezrá, en donde pasa revista a los diferentes sistemas astronómicos.

Abraham ibn Ezrá nació en Tudela en 1089 y murió en Calahorra en 1167. Fue científico y cultivó sobre todo el campo matemático, en especial el astronómico. Su obra principal son las tablas astronómicas conocidas como *Tabulae pisanæ*, redactadas en 1145 para el meridiano de Pisa, y que no se han conservado, pero él mismo las adaptó para los meridianos de Angers (1154) y de Winchester (1164), aunque sólo han subsistido los cánones, de los que hay una recensión muy amplia escrita en 1154 en Dreux en latín, y conocida como *De rationibus tabularum*. En hebreo escribió (1146) un tratado sobre el astrolabio.

Otro aspecto a tener en cuenta es la labor de Ibn Ezrá como traductor del árabe al hebreo. En este sentido su aportación más conocida es la que hizo en 1160 al verter el comentario de Ibn

Almutana a las tablas astronómicas de Aljuarismi.

El Tratado de la esfera (Sphera mundi), de Johannes de Sacrobosco

Siglo XIII; traducción de ca. 1470-1480
Manuscrito sobre papel
Bibliothèque Nationale, París. Section orientale des cabinet des manuscrits, Ms. Heb 1105

Nacido en Halifax, a principios del siglo XIII, Juan de Holywood, más conocido por Juan de Sacrobosco, ejerció la docencia en París. Con su *Arte numerandi* contribuye a la difusión en Occidente del sistema de numeración arábigo.

Esta obra expuesta en la Sinagoga del Tránsito, de Toledo, contiene primero el tratado *Sphera mundi* de Juan de Sacrobosco, traducido del latín al español y escrito en aljamiado castellano. Le sigue una recopilación de opúsculos astrológicos sobre las natividades, los días y las horas favorables para determinadas empresas, etc. Y se remata con una especie de almanaque también aljamiado, donde se indica la naturaleza del año según la temperatura y otras características atmosféricas, y según el día de la semana en que cae el primero de enero. La biblioteca prestadora fecha la copia en el último cuarto del siglo XV, mientras en el Catálogo de Zotenberg se le data en el siglo XVI. Sea como fuere, tiene el especial interés de su grafía aljamiada, siendo esta obra un ejemplo más que añadir a los escasísimos testimonios que nos han llegado de tiempos preexílicos, o una de las tampoco muy numerosas obras aljamiadas sefardíes que se nos han conservado del siglo XVI.

El *Sphera mundi* de Sacrobosco, puede considerarse como un compendio astronómico es la dominante durante el siglo XVI. Constituye uno de los manuales correspondientes a las lecturas que versan sobre la "esfera", imparti-

das por la cátedra de Astronomía, que se funda en Salamanca en 1467.

El *Sphera mundi* de Juan de Sacrobosco ha sido comentada por diversos autores españoles del siglo XVI, entre los que se encuentran Sánchez Ciruelo y Pedro Espinosa y traducida al castellano en 1552 por Jerónimo de Chávez.

Almanach Perpetuum, de Abraham Zacuto

Salamanca, 1473-1478; Leiria (Abraham d'Ortas), 1469
Impreso en papel, 172 fols. Letra gótica.
Encuadernación antigua en piel restaurada con cantos dorados.
Biblioteca Nacional. Madrid. Inc. 1077.

El judío Abraham Zacuto (1452-1522) se educa en la aljama de Salamanca y, como estudiante, pasa por las aulas de esta Universidad. El decreto de expulsión de los judíos dado en 1492, le obliga a abandonar España. Se cree que murió en Damasco en 1522.

Su principal obra astronómica lleva por título *Hahibur hagadol* ("Composición magna"), redactada en hebreo y escrita a instancias de su protector, el obispo de Salamanca Gonzalo de Vivero. Esta importantísima obra contiene unos cánones y unas tablas astronómicas calculadas para el meridiano de Salamanca y el año radix 1473. Traducida al castellano por el catedrático de la Universidad de Salamanca Juan de Salaya, se utilizará como texto en la Facultad de Astrología de dicha Universidad.

Más tarde un discípulo de Zacuto, llamado Yosef Vizinho, hizo una versión resumida al latín con el título *Almanach perpetuum*, que consta de una parte tabular, a la que preceden unos cánones, de los que también existe una versión castellana (diferente de la de Salaya), y según algunos, con notas de Cristóbal Colón.

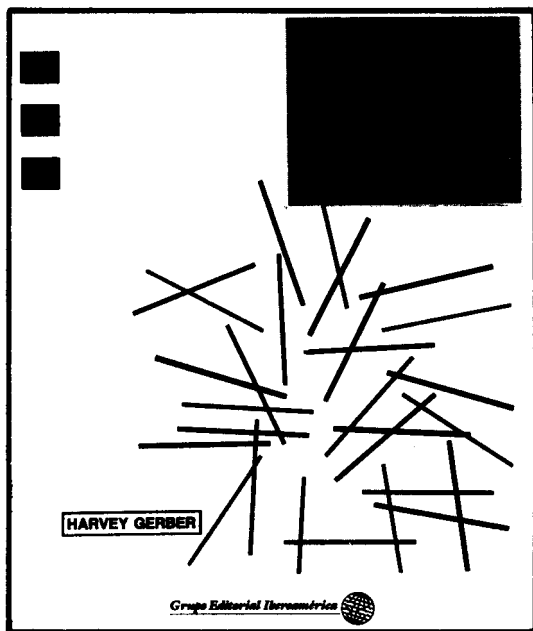
Años más tarde, ya en Oriente, Zacuto compuso unas tablas para el año radix 1513 y el meridiano de Jerusalén, usando el calendario judío.

NOVEDAD

ÁLGEBRA LINEAL

Harvey Gerber
Simón Fraser University

Una introducción de Álgebra Lineal sencilla, clara y con excelente presentación gráfica y pedagógica.



506 páginas
Impreso a dos tintas
Encuadernado en rústica
Formato 190 × 238 mm
ISBN 968-7270-63-2

El propósito de este libro es presentar los temas de Álgebra Lineal desarrollando ideas intuitivas, enfocando geométrica y gráficamente los temas más abstractos y desarrollando habilidades en los alumnos para resolver ejercicios y notas históricas

- Contempla cerca de 2000 ejercicios y más de 300 ejemplos.
- Se incluye, al final de cada capítulo, una lista de los teoremas y corolarios más importantes, así como una lista de las palabras y conceptos claves.
- Presenta al final de cada capítulo biografías de los matemáticos más destacados.
- A través de todo el texto se introducen aplicaciones de Algebra Lineal al cálculo, a la computación, economía, estadística, ingeniería, etc.
- El texto se presenta en 2 colores para destacar las definiciones de teoremas, corolarios, ejemplos, definiciones, etc.
- Tiene una presentación única en el desarrollo de ejemplos y teoremas seguidos de problemas en base a esos ejemplos, teoremas y corolarios.

Para mayor información envíe los siguientes datos:

Nombre _____ Universidad _____

Dirección _____ Curso que imparte _____

Grupo Editorial Iberoamérica

Río Ganges No. 64-06500 México, D.F. - Tels. 5112517, 2087741

