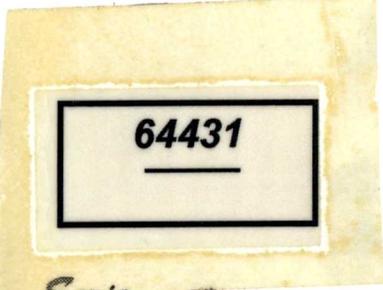




Optica Geométrica

Coordinador: Jaime Marco Allsopp



64431

Serie

Software educativo para el aula

64431

64431

~~3456 A~~



Ministerio de Educación y Ciencia

Secretaría de Estado de Educación

Programa Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación

N. I. P. O.: 176-90-005-5
I. S. B. N.: 84-369-1878-9
Depósito Legal: M-41892-1990
Imprime: MARIN ALVAREZ HNOS.

BIBLIOMECA



077231



R. 146.552

1.Introducción

En este informe se describe en detalle el resultado obtenido, así como el proceso de desarrollo de la UNIDAD DIDACTICA objeto del trabajo que se presenta al Premio convocado por la Secretaria de Estado de Educación del Ministerio de Educación y Ciencia, según resolución de 9 de junio de 1989, publicada en el B.O.E. nº171 del 19 de julio de 1989.

En este apartado se resume el contenido del informe de acuerdo con la estructura indicada en el índice previo, y que se atiene a lo indicado en la convocatoria anteriormente mencionada.

En el apartado segundo se indican los criterios generales de desarrollo que condicionan las características de la UNIDAD DIDACTICA obtenida. En él se mencionan los criterios generales de acuerdo con los plantamientos de los autores, consecuencia de su experiencia y actividad, así como los problemas encontrados y las soluciones aplicadas.

En el apartado tercero se describe el hardware mínimo necesario para utilizar esta UNIDAD DIDACTICA, que ha sido expresamente desarrollada atendiendo a los últimos equipos dotados por el Proyecto Atenea.

En el apartado cuarto se comentan las razones que han inducido a no utilizar paquetes comerciales, habituales en presentaciones o ciertas Unidades Didácticas.

En el apartado quinto se analiza el nivel educativo al que se dirige la UNIDAD DIDACTICA, haciendo mención a los conocimientos previos y comentando la interconexión con el desarrollo del curso de acuerdo con las pautas del profesor.

En el apartado sexto se detalla la descripción tanto de los objetivos del proyecto como del contenido de sus módulos.

Por último en el apartado séptimo se resumen aquellos planteamientos y conclusiones que se consideran de interés.

2. Características de la UNIDAD DIDACTICA

Las principales características de la UD se pueden resumir en los siguientes puntos:

a) Interfaz alumno-ordenador.

-Utilización de gráficas nítidas y color.

-Textos legibles, redacción correcta e inclusión de todos los símbolos ortográficos.

-Uso preferente del ratón, pero con posibilidad de utilización sin él.

-Utilización de ayudas.

b) Desarrollo de la UD.

-Modular.

-Adaptación de la programación al objetivo didáctico.

-Fácil mantenimiento.

-Adaptabilidad al ordenador utilizado.

c) Condicionantes para su utilización.

-Reducido tamaño global de la UD.

-Mínimos requerimientos de hardware y software.

-Generalización al mayor número posible de configuraciones de ordenadores compatibles.

Todos estos aspectos se comentarán brevemente en los siguientes apartados de este capítulo, analizándolos desde palnteamiento, durante su desarrollo y hasta su depuración para concluir en las soluciones elegidas como más aceptables a la problemática planteada.

2.1.Procedimientos utilizados

La metodología aplicada, avalada por otras Unidades Didácticas anteriores, se basa en la integración dentro de ella de los tres aspectos siguientes:

a) Información conceptual que, de forma muy breve y concisa, permita al alumno recordar definiciones, experiencias, etc., que previamente ya debería conocer.

b)Ejemplos, que de una manera ágil y dinámica le muestre situaciones en donde los conceptos previos son aplicados cuantitativamente.

c)Ensayos o ejercicios, donde el alumno puede, a partir de los datos que el mismo elige, visualizar el comportamiento simulado de un proceso.

Evidentemente esta metodología se basa en el planteamiento de que la UD debe ser un refuerzo complementario de la labor del docente, y debe ser éste el que defina en que condiciones, cuando y como, debería el alumno utilizarla para su mayor provecho.

Como complemento a los tres aspectos anteriormente citados, se añade como fase final de la UD, unos problemas en donde el alumno debe calcular el resultado de una situación concreta, lo cual le permite evaluar su aprendizaje.

La generación tanto de los ejemplos como de los ejercicios finales, se hace con un gestor aleatorio que garantiza una variedad suficiente de alternativas, con objeto de evitar la reiteración y reducir la posibilidad de repetir la misma situación por el mismo alumno.

2.2. Medios empleados

Partiendo de las características de los equipos suministrados por el proyecto Atenea, y el análisis del hardware y software más adecuado, aspectos estos que se detallan en los capítulos tercero y cuarto respectivamente, se ha realizado el desarrollo de la Unidad Didáctica, basándose en los siguientes planteamientos:

- Presentación en monitor color con resolución que permita dibujos con suficiente nitidez y por otra parte utilice juegos de caracteres de tamaño que garanticen su cómoda legibilidad.

- Especial atención a la interfaz alumno-ordenador por lo que se recurre al ratón como medio más adecuado que el propio teclado. En este sentido se consideró el reducido costo que implica la adquisición caso de no disponer de él.

- La presentación de pantallas que tuvieran el mínimo texto posible y que permitieran un tratamiento dinámico de su contenido. Para ello se han desarrollado un número considerable de herramientas específicas para la manipulación de menús, ventanas, etc.

- Utilización de un lenguaje de programación compilado y estructurado. En concreto se ha optado por TURBOPASCAL versión 5.0.

Para la realización práctica se han utilizado ordenadores personales de diferentes marcas comerciales, todos ellos considerados compatibles con el estándar.

La elección del lenguaje TURBOPASCAL, se basa en que auna las virtudes de los intérpretes con la velocidad de ejecución de un programa compilado, además de ser una herramienta que permite un desarrollo muy estructurado necesario para el ciclo de pruebas, ensayos, análisis y modificaciones que conlleva un proyecto de esta magnitud.

2.3. Problema surgidos

Las siempre numerosas dificultades que han ido apareciendo a lo largo del desarrollo se pueden clasificar en los siguientes grupos:

RESOLUCION GRAFICA

El intentar representar graficamente objetos con suficiente nitidez, además de mantener la necesidad de colores, ha exigido un notable esfuerzo en el diseño gráfico.

La elección de un juego de caracteres alfanumérico suficientemente legibles y estandar, en el modo gráfico en que se muestran los dibujos y ventanas gráficas.

VELOCIDAD

El realizar simulaciones en tiempo real asociadas a gráficos, exige la optimización de la gestión del programa que permita su adecuado uso en procesadores de reducida velocidad.

El intento de independizar la ejecución dinámica del procesador en que corre, ha creado numerosas dificultades al tener que compensar el exceso de velocidad de los más rápidos.

MEMORIA OCUPADA

El tener que realizar un desarrollo ágil y dinámico conlleva el ocupar más memoria para realizar presentaciones rápidas en pantalla, que atraigan la atención continuada del alumno.

CONTENIDO

Habitualmente es difícil resumir en una corta frase conceptos complejos, manteniendo además el rigor necesario.

No siempre ha sido posible llegar a la reducción deseada, ya que hubiera condicionado la comprensibilidad del texto y del concepto a transmitir.

En relación con el objetivo de solo revisar conceptos, sin realizar el desarrollo teórico dentro de la UD, ha ocasionado no pocas dificultades a la hora de mantener la coherencia didáctica.

La realización de determinadas simulaciones no han podido ser abordadas con estructuras idénticas, requiriendo un desarrollo "ad hoc" en cada caso.

En este breve esquema resumido se ha pretendido unicamente dar una visión global del ámbito de dificultades encontradas, sin intentar pormenorizarlas, dada la extensión que ello implicaría.

2.4. Alternativas posibles

Manteniendo el mismo esquema de la descripción del apartado anterior (2.3) se comentan, a continuación, brevemente las alternativas a los problemas mencionados.

RESOLUCION GRAFICA

-Requerir más prestaciones en el hardware del equipo, tanto en relación a las tarjetas gráficas como al monitor, (utilizando modo VGA 640x460 pixels en 16 colores), a costa de un tamaño de letra pequeña.

-Aumentar el número de los colores con una menor resolución (modo MCGA con 256 colores en 300x200 pixels), utilizando letras demasiado grandes.

-Reducir la resolución máxima y los colores a cambio de un tamaño de letra medio mas adecuada (modo EGA alta resolución, con 16 colores en 640x350 pixels).

VELOCIDAD

-Requerir más prestaciones en el equipo, que simplifique la programación, tanto en lo relativo a la velocidad del procesador como a la utilización de coprocesadores matemáticos y/o gráficos.

-Garantizar la utilización aceptable por equipos menos potentes, optimizando el diseño y programación.

MEMORIA OCUPADA

-Mayor memoria central como imposición para la ejecución de la UD.

-Reducir tamaño de la UD

-Recurrir a disco como almacenamiento intermedio

-Adaptarse a la memoria principal estandar, optimizando la gestión y aprovechando la modularidad de diseño de la UD.

CONTENIDO

- Ampliar el contenido de los textos.
- Utilizar diferentes informaciones complementarias.
- Establecer ayudas con un mayor contenido literal.
- Recordar en la UD la necesidad de consultar textos complementarios.

No se han mencionado todas las alternativas planteadas inicialmente, ya que en concreto otras alternativas barajadas fueron descartadas en las primeras fases de evaluación, al influir negativamente en el planteamiento global, planteando nuevos problemas o exigiendo especificaciones excesivas para las hipótesis de partida del proyecto.

Dependiendo del problema, sus características, complejidad,... así han surgido un diferente número de alternativas, con una también diferente adaptación al problema original. Por ello las soluciones elegidas, tal como se comenta en el apartado siguiente, no tienen por qué ser únicas.

2.5.Soluciones elegidas

Las soluciones que se han seleccionada entre las alternativas mencionadas en el apartado anterior, han sido las siguientes:

RESOLUCION GRAFICA

Optar por escoger una resolución aceptable, tanto en el número de pixels como de colores (EGA alta resolución con 16 colores simultaneos) sin renunciar a utilizar un juego de caracteres de texto visible sin dificultad.

VELOCIDAD

Optimización del programa, generalizando su utilización en todos los equipos compatibles (XT, AT,...).

MEMORIA OCUPADA (central y de almacenamiento)

Gestión dinámica de la memoria central, utilizando solo la necesaria en cada momento, aún a costa de ocasionarle ligeras demoras. Se requieren menos de 512 KB., que es lo mínimo con que están dotados los ordenadores con tarjetas gráficas EGA.

La mayor dificultad estriba en la lentitud de la utilización de disquetes, por lo que se ha realizado una intensa optimización, con objeto de desarrollar una UD cuyos requisitos sean mínimos en cuanto a la capacidad de disquete, lográndose dicho propósito.

CONTENIDO

En este problema, quizás el más complejo de resolver se han optado por soluciones múltiples y de compromiso, combinando según el caso una mayor proporción de una u otra.

Aún considerando que las soluciones elegidas son globalmente las mejores desde nuestro planteamiento, entendemos que a nivel particular todavía sería posible optimizar detalles, hecho este realizable a partir de una validación de la UD con un grupo de alumnos.

3. Hardware necesario

El hardware necesario para la ejecución de esta Unidad consiste en lo siguiente:

- miniordenador compatible MSDOS.
- al menos 512 KB de memoria principal
- al menos una unidad de disquete de 5 $\frac{1}{4}$ " de 360 KB. de capacidad (doble densidad)
- tarjeta gráfica EGA alta resolución (640x350 pixels con 16 colores)
- monitor color
- ratón compatible deseable

Características estas inferiores a las correspondientes a los últimos equipos otorgados por el proyecto Atenea, y que son cumplidas por un tanto por ciento elevado de equipos disponibles en la actualidad en los Centros Docentes.

4. Software necesario

El software necesario para la utilización de esta unidad está contenido en el disquete adjunto, siendo unicamente necesaria la existencia de un equipo con las características reseñadas en el apartado anterior.

Así el disquete lleva su propia versión del sistema operativo (MSDOS 3.1) con lo que el programa es además autoarrancable. No es necesario ni presupone la existencia de ningún tipo de software por parte del centro, solamente del material suministrado por el proyecto Atenea, mas el ratón como opción deseable.

Independientemente puede instalarse en el disco duro del equipo, si dispone de él, siguiendo las instrucciones indicadas en el Anexo I.

Debido a la gama existente hoy en día de dispositivos apuntadores (ratones), en esta UD se suministra un manejador específico para un ratón determinado. Ahora bien en cada configuración de equipo sería necesario instalar el correspondiente dispositivo, a fin de garantizar el correcto funcionamiento.

5. Entorno de utilización

La UD se dirige a alumno de B.U.P. y C.O.U. que estudian la asignatura de FÍSICA.

Se requieren conocimientos de matemáticas a nivel de cálculo diferencial (aunque no se utiliza directamente) así como cálculo aritmético y trigonométrico elemental.

En aquellos momentos en que se requieren cálculos se posibilita al alumno la utilización de una calculadora que se muestra en pantalla. La técnica de utilización de la calculadora es la correspondiente a la notación polaca inversa, habitualmente utilizada por calculadoras de la marca registrada Hewlett-Packard. Dicha calculadora dispone de las opciones de suma (+), resta (-), multiplicación (*), división (/), cambio de signo (Ç), seno (s) y coseno (c).

La utilización de una UD puede ser ambivalente, y por ello está pensado no solo para integrarse con la clase teórica, sino también con la clase práctica de laboratorio, dando pie a la realización de experimentos reales análogos a los incluidos en la UD.

La estructura de la UD permite su utilización por alumnos con niveles de aprendizaje algo diferentes, ya que se adapta al ritmo personal del alumno dentro de unos amplios márgenes.

6.Descripción del proyecto

6.1.Objetivos educativos

El objetivo de este proyecto es doble, el primero se relaciona con el desarrollo y perfeccionamiento de la Metodología ya aplicada a otras Unidades Didácticas, y el segundo se refiere específicamente a esta UD.

En relación con la Metodología, nuestro objetivo es aplicarla a diferentes áreas, inicialmente científicas, con intención de perfeccionar su aplicación, y contrastar nuestras hipótesis de partida consolidadas así experimentalmente. En este sentido esta UD es una etapa más de un proyecto a medio plazo, pudiendo considerarse parte de una serie de UD que abarcarían inicialmente toda la Física (para niveles EGB y BUP) y que posteriormente se orientarían, primero, a otras ciencias experimentales y después a otras áreas de formación preuniversitaria.

Respecto a la temática específica de la UD, los objetivos didácticos se refieren a la consolidación de los siguientes conceptos:

- Óptica geométrica. Aproximación de una realidad más compleja.
- Comportamiento de la luz, desde el punto de vista simplificado de la Óptica Geométrica.
- Comportamiento de un rayo luminoso al interactuar con objetos de tamaño muy superior a su longitud de onda. Concepto de trayectoria.
- Concepto de absorción, reflexión y refracción de un rayo de luz.
- Concepto de índice de refracción y velocidad de propagación de la luz en un medio.
- Comentarios complementarios respecto del color como característica de la luz, y su influencia en algunas conclusiones de esta teoría simplificada de la Óptica.
- Comportamiento de elementos ópticos sencillos frente a la luz monocromática. Formación de imágenes.
- Comportamiento de sistemas ópticos centrados. Formación de imágenes.

Intencionadamente no se han desarrollado los tratamientos matemáticos que permiten calcular las posiciones y tamaños de las imágenes a partir del

objeto, aunque se permite al alumno verificar estos cálculos, si desea realizarlos. Planteándole de forma exclusivamente gráfica la formación de imágenes, así como la trayectoria de los rayos, permitiendo que sea el profesor o tutor el que profundice tanto cuanto desee en el formalismo matemático asociado, al permitirle simular cualquier situación.

6.2.Descripción del contenido

Dado que en el Anexo I (Manual del Profesor) se incluyen los contenidos de todos los textos y ayudas de la UD, se obvia la repetición, limitándonos en este apartado a la descripción esquemática, no detallada, de los contenidos.

La estructura de la UD, se indica en la tabla 1, donde se incluyen todas las opciones de menú y submenú, en los cuales el alumno puede moverse con absoluta libertad, siempre en forma ordenada, es decir saltando de nivel en nivel.

Como ideas básicas que han orientado la definición de los contenidos, se han considerado las siguientes:

-La Óptica Geométrica es una parte de la Física que estudia la luz a partir de unas hipótesis simplificadoras, que aún siendo muy restrictivas permiten estudiar su comportamiento en un número significativo de situaciones.

Permite al profesor introducir al alumno en la idea de una Teoría en Física, como modelo de la Naturaleza que explica ciertos fenómenos, de tal forma que diferentes teorías, que explican distintos fenómenos, pueden ser unificadas en una nueva teoría que los explique conjuntamente.

-El manejo fluido del comportamiento de las trayectorias de los rayos luminosos al incidir sobre superficies de separación de medios ópticos diferentes (espejos, diópticos), y su posterior aplicación a elementos ópticos (lentes, prismas,...) y sistemas ópticos centrados.

-Las ideas básicas elementales de un sistema óptico centrado que permite al profesor profundizar en su explicación, suministrándole una herramienta con la cual verifique (al poder simular el comportamiento de los rayos) la formación de imágenes de objetos elegidos por el alumno.

0.-?..	Información
	Manejo
	Definiciones
	Finalizar
1.-Introducción	
2.-La luz	Introducción
	Naturaleza de la luz
	Propagación de la luz
	Introducción
	Absorción, Reflexión y Transmisión
	Velocidad de la luz
	Indice de refracción
	Concepto de color
	Trayectoria
	Rayo de luz
	Introducción
	Reflexión
	Concepto
	Ejemplo
	Ejercicio
	Refracción
	Concepto
	Ejemplo
	Ejercicio
3.-Elementos sencillos	
	Introducción
	Espejos
	Concepto
	Ejemplo
	Ejercicio
	Dióptrios
	Concepto
	Ejemplo
	Ejercicio
	Lentes
	Concepto
	Ejemplo
	Ejercicio
	Otros
4.-Sistemas centrados	
	Introducción
	Ejemplo
	Ejercicios
	Problemas

7.Resumen y conclusiones

Muy brevemente indicaremos los aspectos que consideramos fundamentales de este proyecto, en relación tanto con la metodología aplicada como con la temática específica de la Ud desarrollada.

7.1.-Metodología.

-Los criterios básicos son perfectamente generalizables y aplicables a esta UD.

-Es necesario profundizar en la interfase del usuario, mejorando aspectos relativos a unas ayudas más dinámicas y escalonadas, que complementen la información necesaria, supliendo en parte la dependencia de los libros del texto.

-Hay aspectos concretos que no pueden generalizarse, es decir cada UD es diferente y su desarrollo debe ser particularizado, exigiendo optimizaciones que no serían necesarias en otras UD. Esto es especialmente aplicable a las simulaciones en Física.

-La utilización de nuevos modos gráficos de mayor resolución generan situaciones nuevas que obligan a nuevos desarrollos. En concreto el diseño de juegos de caracteres, al no existir juegos suficientes con caracteres castellanos (ñ, acentos,..).

-La importancia de incorporar simulaciones, lo más próximas posibles a la realidad, que permitan al alumno observar situaciones y su evolución en función de las condiciones iniciales por él elegidas.

-La integración y perfeccionamiento de generadores aleatorios de ejemplos, ejercicios y problemas, adaptados al tema en cuestión. Manteniendo así la secuencia definida por la metodología de aprendizaje.

7.2.Unidad Didáctica.

-El tema elegido presenta una notable complejidad, que ha sido satisfactoriamente resuelta en su mayor parte, quedando algunos aspectos pendientes para una versión posterior.

-La introducción del color al hablar de la luz, ha sido una conclusión impuesta por las propias características de la UD, creando numerosos problemas en el desarrollo.

-La utilización mayoritaria de la paleta con los diez y seis colores posibles ha permitido resaltar diferencias que facilitan notablemente la comprensión de algunos conceptos complejos. Hecho que deberá ser aprovechado por el tutor o profesor, destacándose al alumno.

-Se ha confirmado la importancia de integrar imágenes, que cuanto más realistas, mejor cumplen su misión de recabar la atención del alumno.

-Uno de los problemas más difíciles ha sido la condensación de la información literal, al tener que explicarse conceptos complejos de forma deliberadamente sencilla.

-Se confirma la necesidad de realizar una depuración, con uno o varios grupos test, de una UD antes de darla por terminada. Este requerimiento es tanto más imprescindible cuanto más complejo sea el tema a tratar, o mas amplio sea el ámbito de alumnos a cubrir.

ANEXO I. MANUAL del PROFESOR

INDICE

I.1.-Normas de utilización.

I.1.1.-Desde disquete.

I.1.2.-Desde disco duro.

I.1.3.-Instalación en disco duro.

I.1.3.1.-Cargar.

I.1.3.2.-Generar el fichero *.bat.

I.2.-Contenido.

I.3.-Comentarios Didácticos.

I.1.-Normas de utilización

Considerando que el profesor o tutor es ya usuario de un microordenador compatible, y por tanto tiene los conocimientos mínimos relativos a la puesta en funcionamiento de éste, nos limitamos a describir el procedimiento de arranque y uso de esta UD.

El programa se suministra en un disquete de 5 de 360 Kb. de capacidad, utilizable en cualquier modelo PC, XT, AT con una boca de este tamaño (5 pulgadas), pero que puede ser instalado en disco duro, caso de existir en el microordenador, o copiado a disquete de 3 pulgadas, para su uso en equipos con boca de estas dimensiones.

La UD está preparada para que en cualquier momento indique la situación en que se encuentra el teclado, el ratón y demás elementos activos.

La ayuda se obtiene, en esta versión, solo si se encuentra instalado el ratón, y mediante la pulsación de los dos botones (izquierdo y derecho) del ratón simultáneamente.

En ciertos momentos (ejercicios) la UD pedirá al alumno que manipule algún objeto. Para ello dispondrá de las teclas de movimiento, y al final de la manipulación, el alumno deberá indicarlo mediante la tecla de RETORNO o ENTER.

I.1.1.-Utilización desde disquete.

El disquete entregado está preparado para su autoarranque al encender el microordenador, siempre que esté introducido correctamente el disquete.

Si ya estuviera encendido bastaría introducirlo en la boca correspondiente, direccionarse a ella (a: ó b: según el equipo) y ejecutar el fichero ".bat" (autoexec.bat) o el ejecutable (optcagm.exe) correspondiente.

I.1.2.-Utilización desde disco duro.

Si hubiera sido previamente instalado el programa en el disco duro (ver el apartado siguiente I.1.3), bastaría ejecutar el fichero ".bat" que se hubiera creado, o si no es el caso dirigirse al subdirectorío donde se encuentre el programa completo (con todos sus ficheros) y ejecutar el fichero "optcagm.exe".

Téngase en cuenta que caso de no encontrarse en el subdirectorio correcto o no contener éste todos los ficheros incluidos en el disquete (exceptuados los del sistema operativo -command.com- y autoexec.bat) el programa podría dar algún tipo de error no funcionando correctamente; por ello es de vital importancia realizar correctamente la instalación en el disco duro.

I.1.3.-Instalación en disco duro.

I.1.3.1.-Carga.

Basta crear el directorio que vaya a contener la UD (por ejemplo c:\opticagm) y copiar en él todos los ficheros que contiene el disquete (copy a:*.*) , borrando después los ficheros COMMAND.COM, AUTOEXEC.BAT, y MOUSE.COM.

I.1.3.2.-Generar el fichero .bat.

Si se desea se puede crear un fichero con extensión .BAT, a fin de arrancar la UD desde cualquier punto del disco, y situarlo donde habitualmente se mantengan este tipo de ficheros.

El contenido de este fichero serían las siguientes dos líneas:

```
cd c:\opticagm
opticagm
```

Si se tiene ratón y se desea utilizarlo basta con que previamente se cargue el manejador correspondiente.

I.2.-Contenido.

Se incluye a continuación el contenido detallado de la UD incluido ayudas, textos y breves descripciones de los dibujos, ejemplos, ejercicios y problemas, desde el punto de vista del diseñador, como información que permite al profesor o tutor, evaluar globalmente la UD, y consultar en cualquier momento los datos que estime oportuno de forma rápida y segura.

Los comentarios didácticos se han separado de este apartado incluyéndolos en el apartado siguiente, para no hacerlo tan extenso, aunque la lectura deberá realizarse previamente.

0.-?

AYUDA.-

Este apartado incluye opciones complementarias y de control independientes del esquema de contenidos de la Unidad Didáctica.

EJECUCION.- Submenú:

Información
Manejo
Definiciones
Finalizar
Cerrar menú

Información

AYUDA.-

Dentro de este apartado obtendrás información general relativa al contenido de la Unidad Didáctica, sus objetivos y autores.

EJECUCION.- Pantalla exclusivamente de texto:

Esta Unidad Didáctica analiza los conceptos básicos de la Óptica geométrica, haciendo una previa introducción genérica de la naturaleza de la luz, y los aplica a sistemas ópticos centrados bajo la aproximación de rayos paraxiales.

La versión actual, única publicada, ha sido presentada a la convocatoria de premios a programas educativos (B.O.E. nº171 del 19 de julio de 1989).

Los autores han sido D.Jaime Marco Allsopp y D.José Luis Pascual Alonso, Licenciado en Informática y Ciencias Físicas respectivamente, con más de cuatro años de experiencia en técnicas de E.A.O.

Se agradece la colaboración prestada por D.Victor Neira Faleiro en la obtención de las imágenes mostradas en esta Unidad.

Manejo

AYUDA.-

Este apartado te explica brevemente aquellos aspectos que necesitas conocer para un correcto uso del programa, de forma que puedas aprovechar todas las posibilidades que te ofrece.

EJECUCION.-Pantallas de texto explicativo:

1ª pantalla relativa al equipo necesario
2ª pantalla relativa al manejo del programa

Definiciones

AYUDA.-

En este apartado podrás revisar y repasar las definiciones de algunas de las magnitudes y conceptos más importantes que se mencionan en esta Unidad Didáctica relativas a la OPTICA GEOMETRICA.

EJECUCION.- Submenú con los nombres de las definiciones incluidas:

Generales

OPTICA FISICA.-

Estudia la luz desde el punto de vista de ondas electromagnéticas.

Permite explicar fenómenos de interferencia, difracción, polarización,...

FOTOMETRIA.-

Parte de la OPTICA que estudia las características de los focos luminosos, y la iluminación que originan.

COLORIMETRIA.-

Parte de la OPTICA que estudia el color.

El color es la sensación que percibe el ojo humano (y otros elementos sensibles) y que está íntimamente asociada con la energía que transporta la radiación electromagnética.

LONGITUD de ONDA.-

La luz como perturbación electromagnética, tiene asociada unas características ondulatorias, en concreto la longitud de onda. (¡REPASA EL MOVIMIENTO ONDULATORIO!)

Esta magnitud define la energía que propaga la radiación electromagnética. A cada longitud de onda le correspondería un color puro.

La luz

DISPERSION de la luz.-

Fenómeno por el que la luz blanca puede separarse en colores a causa del diferente índice de refracción de un material para distintas longitudes de onda (colores).

Focos

FOCOS.-

Son los puntos del eje del sistema óptico por donde pasan los rayos que inciden o salen paralelos al eje.

Foco objeto.- Los rayos que pasan por él salen paralelos al eje después de atravesar el SOC.

Foco imagen.- Los rayos que inciden paralelos pasan por él después de atravesar el SOC.

DISTANCIA FOCAL.-

Es la distancia desde el foco al centro del SOC. La distancia focal objeto es para el foco objeto, y la distancia focal imagen para el foco imagen.

PLANO FOCAL.-

Es el plano normal al eje óptico, que pasa por el foco.

En el plano focal imagen se forman las imágenes de un objeto situado en el infinito, mientras que un objeto situado en el plano focal imagen se formaría en el infinito.

Elementos sencillos

DIOPTRIO.-

Superficie transparente que separa dos medios de distinto índice de refracción.

PRISMA.-

Sistema constituido por dos dióptrios planos que forman un ángulo.

Sistemas ópticos centrados

SISTEMA ESTIGMÁTICO/RAYOS PARAXIALES.-

Un sistema óptico se denomina estigmático si a cada punto objeto le corresponde un único punto imagen.

Solo los espejos planos son estigmáticos para cualquier inclinación de los rayos. Cualquier otro sistema óptico no es estigmático salvo en el caso de aproximación de Gauss o de rayos paraxiales, es decir para rayos próximos al eje del sistema.

Lo contrario de estigmático es astigmático.
SISTEMA OPTICO CENTRADO (SOC).-

Conjunto de elementos ópticos planos o curvos, cuyos centros de curvatura están todos alineados.
EJE OPTICO.-

Es la línea imaginaria que une todos los centros de curvatura de los elementos de un sistema óptico centrado.

CENTRO de UN SISTEMA OPTICO CENTRADO.-

Es aquel punto del eje óptico por el que pasarían los rayos que no sufren desviación por el sistema, y por tanto le corresponde un aumento angular + 1.

AUMENTOS de un SOC.-

Aumento lateral es la relación de tamaños entre la imagen y el objeto.

Aumento angular es la relación entre los rayos emergente e incidente.

OBJETO/IMAGEN.-

Se denomina REAL si porcede o se obtiene por intersección de los rayos.

Se denomina VIRTUAL si se obtiene por intersección de las prolongaciones de los rayos, al otro lado del SOC.

DIAFRAGMAS.-

Elementos que limitan la anchura e inclinación de los haces luminosos. Suele colocarse centrado con el eje óptico del SOC, para poder aplicar la aproximación paraxial de los rayos al cálculo de instrumentos ópticos.

Finalizar

AYUDA.-

Esta opción termina la ejecución del programa, devolviendo al usuario al sistema operativo.

EJECUCION.- Ventana de texto que le pide confirmación para finalizar la ejecución de la Unidad Didáctica.

¿Deseas finalizar la sesión? (S/N)

En caso de contestación negativa le retorna al menú principal, y si fuera afirmativa terminaría el programa, devolviendo el control al sistema operativo DOS.

Cerrar menú

AYUDA.-

Esta opción te retorna la menú principal, cerrando la ventana de este menú.

EJECUCION.-

Borra la ventana del menú asociado.

1.-Introducción

AYUDA.-

En este apartado se comentan muy brevemente algunas características OPTICA, parte de la FISICA, que estudia la luz.

EJECUCION.- Secuencia de tres pantallas de texto e imágenes:

PANTALLA 1.-

TEXTO:

La OPTICA es la parte de la FISICA que estudia la LUZ.

Suele dividirse en tres partes:

OPTICA GEOMETRICA

OPTICA FISICA

OPTICA CUANTICA

En esta Unidad se estudia la OPTICA GEOMETRICA

IMAGEN:

Se muestra un prima sobre el que incide un rayo luminoso (no monocromático) que sufre la doble refracción, dispersando la luz blanca en un espectro continuo de colores.

PANTALLA 2.-

TEXTO:

La OPTICA GEOMETRICA estudia la luz desde las hipótesis de la teoría corpuscular, estudiando su propagación como la correspondiente a rayos luminosos, sin analizar aspectos relativos a su naturaleza.

Con este esquema tan limitado son muchos los fenómenos luminosos que no tiene explicación, y que requieren teorías más complejas (OPTICA FISICA y OPTICA CUANTICA).

IMAGEN:

Muestra una animación, con varios elementos ópticos sencillos, espejos y lentes aleatoriamente colocados, y un rayo de luz monocromática que se propaga incidiendo sobre ellos.

PANTALLA 3.-

TEXTO:

A pesar de la sencillez de las aproximaciones realizadas en la OPTICA GEOMETRICA pueden conseguirse interesantes conclusiones de gran interés práctico. En concreto la mayoría de los instrumentos ópticos utilizados hasta principios de este siglo pueden ser explicados satisfactoriamente por estas hipótesis.

IMAGEN:

Diferentes instrumentos ópticos: prismáticos, gafas, lupa, telescopio.

2.-La luz

AYUDA.-

La luz como fenómeno natural ha sido objeto de un continuo interés por parte de los científicos. Su estudio ha dado lugar, a lo largo de los siglos, a diferentes teorías físicas cuyo objetivo era explicar los fenómenos observados.

EJECUCION.- Submenú:

Introducción
Naturaleza de la luz
Propagación de la luz
Rayo de luz
Cerrar menú

-Introducción

AYUDA.-

La luz es una perturbación electromagnética que se puede propagar tanto en el vacío como en medios materiales. La energía que transporta, generada por el foco emisor, es absorbida paulatinamente por el medio transmisor a un ritmo que depende de la luz y del medio absorbente.

EJECUCION.-

TEXTO.-

La luz es generada por cualquier objeto que por sus características emita radiación en el rango en que es sensible el ojo humano.

Normalmente estos objetos se encuentran a temperatura elevada (Sol, fuego, filamento incandescente de una bombilla, ...), aunque existen también emisores que no necesitan esta condición (laser, fluorescente, ...)

IMAGEN.-

Imágenes relativas a generadores de luz: Sol, bombilla, linterna, fluorescente, laser, ...

-Naturaleza de la luz

AYUDA.-

Durante muchos años se ha investigado sobre la naturaleza de la luz, existiendo a lo largo de la historia diferentes teorías parciales, que iban ampliándose según se descubrían fenómenos nuevos que no podían ser explicados por los modelos anteriores.

En la actualidad la teoría cuántica explica satisfactoriamente el comportamiento de las radiaciones electromagnéticas, incluida la luz.

EJECUCION.-

TEXTO.-

De las diferentes teorías que historicamente han intentado explicar el comportamiento de la luz, la teoría CORPUSCULAR de NEWTON, y la ONDULATORIA de HUYGENS, (ambas de mitades del siglo XVII), dieron origen a la OPTICA GEOMETRICA. A pesar de ser una aproximación excesivamente grosera de la realidad, permite obtener cálculos satisfactorios a la hora de manejar instrumentos ópticos con lentes y espejos.

Ambas teorías explicaban de forma diferente la manera de propagarse la luz en un medio material, y los fenómenos de reflexión y refracción de un rayo luminoso.

IMAGEN.-

Se muestra la propagación de un haz de luz en un medio material homogéneo, isotrópico y transparente, a base de transmitirse la perturbación ondulatoria.

Se veía un haz de luz, y su frente de onda avanzando con la perturbación.

-Propagación de la luz

AYUDA.-

Para gran número de observaciones cotidianas la luz parece propagarse en línea recta (por ejemplo las sombras, la penumbra,...). Sin embargo existen situaciones en que esta aproximación no se cumple cuando las dimensiones de los objetos que interaccionan con la luz son compatibles con la longitud de onda de la radiación electromagnética.

EJECUCION.- Submenú:

- Introducción
- Absorción, Reflexión y Transmisión
- Velocidad de la luz
- Índice de refracción
- Concepto de color
- Trayectoria
- Cerrar menú

-Introducción

AYUDA.-

Cada punto que es alcanzado por la perturbación luminosa se convierte en nuevo foco emisor, de forma que el frente de onda contiene los puntos que se encuentran en el mismo estado. El frente de onda de la perturbación luminoso contiene a todos los puntos que simultáneamente son alcanzados por la perturbación.

EJECUCION.-

Imagen de propagación de un destello desde el centro de la ventana gráfica, inicialmente en negro, y que va haciéndose blanca según se va propagando la perturbación luminosa..

-Absorción, Reflexión y Refracción

AYUDA.-

La luz al propagarse sufre diferentes influencias del medio. Si es un medio homogéneo es parcialmente absorbida su energía pero sin desviar su dirección, mientras que si alcanza la superficie de separación de dos medios, parte de la energía retorna al medio original y parte pasa al otro medio cambiando en ambos casos la dirección de la propagación.

EJECUCION.-Consta de tres pantallas explicativas, una de cada fenómeno.

PANTALLA 1.-Absorción

AYUDA.-

La luz se transmite en los medios materiales, que absorben parcialmente la energía transmitida por la radiación. La absorción de un medio material depende de la longitud de onda de la radiación.

EJECUCION.-

Texto: ABSORCION

Imagen: Un rayo que se propaga en un medio homogéneo, y va perdiendo intensidad con la distancia recorrida. Simultáneamente se dibuja la curva INTENSIDAD = $f(\text{DISTANCIA})$ según la ecuación $I(x) = I(0) \cdot \exp(-k \cdot x)$, siendo k una constante, x la distancia, e $I(0)$ el valor inicial de la intensidad $I(x)$ para la posición de referencia.

PANTALLA 2.-Reflexión

AYUDA.-

Siempre que un haz luminoso alcanza la superficie de separación de dos medios diferentes es parcialmente devuelto al medio de donde procede. Este fenómeno se denomina reflexión.

EJECUCION.-

Texto: REFLEXION

Imagen: Espejo sobre el que incide un haz luminoso y se refleja. Deberá cumplir la ley de la reflexión.

PANTALLA 3.-REFRACCION

AYUDA.-

Un rayo luminoso al incidir sobre una superficie de separación de dos medios materiales diferentes, reparte la energía que transporta en dos nuevos rayos, uno que se refleja sobre la superficie quedando en el medio inicial, y otro que se introduce en el otro medio propagándose en él.

Las intensidades relativas de ambos rayos depende de las características de los dos medios.

EJECUCION.-

Texto: REFRACCION

Imagen: Dióptrico plano que separa dos medios de distinto índice de refracción. Al incidir un haz de luz sobre la superficie de separación de ambos medios, sufre una distribución, entre dos rayos, uno que se refleja y otro que la atraviesa.

-Velocidad de la luz

AYUDA.-

La velocidad (espacio que recorre en la unidad de tiempo) de propagación de la luz depende del medio en que se propaga, y de las características de la luz (su color, es decir su longitud de onda).

EJECUCION.-

Simula en la ventana gráfica tres medios transparentes diferentes, representados por diferentes colores, el superior siempre negro (vacío) y los otros de dos colores diferentes y aleatorios. En cada rectángulo se

propaga a velocidad diferente una perturbación luminosa representada por varias circunferencias centradas. Asociados a cada medio transparente deberá indicarse el nombre del medio simulado y su velocidad de propagación.

-Índice de refracción

AYUDA.-

El interés de definir una magnitud como el INDICE de REFRACCION es el poder utilizar una magnitud cuyos valores son pequeños (entre uno y tres) para indicar valores de velocidad muy grandes (del orden de centenas de millones de m/seg.) mediante una proporcionalidad inversa.

EJECUCION.-

TEXTO.-

El índice de refracción de un medio transparente se define como la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en el medio a que se refiere.

Es una magnitud sin dimensiones ya que es el cociente de dos velocidades.

IMAGEN.-

Se repite la ventana gráfica del apartado anterior (velocidad de la luz) únicamente cambiando el valor de la velocidad por el índice de refracción.

-Concepto de color

AYUDA.-

La teoría electromagnética de la luz explica que la radiación luminosa está caracterizada, como toda onda, por unas magnitudes que indican su carácter periódico.

La radiación solar que comúnmente denominamos luz blanca corresponde a un espectro continuo de radiaciones que pueden ser separadas.

Cada foco luminoso emite radiaciones de características propias, originando un espectro característico.

El ojo humano asocia estas características espectrales con la sensación de color.

IMAGEN:

Prisma descomponiendo un rayo de luz blanca.

-Trayectoria

AYUDA.- Las leyes básicas de la óptica geométrica son:

a) Para la reflexión:

-El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal a la superficie reflectora en el punto de incidencia definen un plano.

-El ángulo de incidencia, formado por el rayo incidente y la normal antes mencionada, es igual al ángulo de reflexión, formado por el rayo reflejado y la normal.

b) Para la refracción:

-El rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie refractante en el punto de incidencia definen un plano.

-El cociente entre el seno del ángulo de incidencia, formado por el rayo incidente y la normal antes mencionada, y el seno del ángulo de reflexión, formado por el rayo reflejado y la normal, es igual al cociente entre las velocidades de propagación de la luz en ambos medios.

EJECUCION.-

TEXTO:

La OPTICA GEOMETRICA parte de una serie de hipótesis simplificadas que permiten calcular el comportamiento de la luz en ciertas situaciones.

Siempre que los objetos con los que interfiere la luz sean de tamaño suficientemente grandes, la luz se puede considerar que se propaga en línea recta basándose en las leyes de la reflexión y refracción que debes conocer.

Los cambios de dirección o sentido de un rayo de luz en su trayectoria solo se producirían al alcanzarse una superficie de separación de dos medios ópticamente distintos.

IMAGEN:

Imagen de diferentes elementos ópticos sencillos sobre los que incide un rayo.

-Rayo de luz

AYUDA.-

Se denomina rayo de luz al haz luminoso, que propagándose en línea recta, se asocia a una trayectoria rectilínea. Cada foco de luminoso emite luz en todas las direcciones.

EJECUCION.-Submenú:

Introducción

Reflexión

Refracción

Cerrar menú

-Introducción

AYUDA.-

La utilización del concepto de rayo de luz es una simplificación útil, que permite manejar la trayectoria de la luz desde el punto de vista exclusivamente geométrico, y hacer cálculos del comportamiento de instrumentos ópticos.

La imagen de un punto, para sistemas estigmáticos, se formará en el punto de intersección de los rayos que salen del punto objeto y atraviesan el sistema óptico a considerar.

EJECUCION.-

TEXTO:

Un rayo de luz es la representación idealizada de la trayectoria de la radiación luminosa.

Su propagación es siempre rectilínea en medios homogéneos e isotrópicos.

Un haz de luz estaría compuesto de numerosos rayos de luz todos ellos paralelos.

IMAGEN:

Representa un haz luminoso y su reducción al atravesar un diafragma.

-Reflexión

AYUDA.-

Una reflexión se produce siempre al alcanzar un haz de luz una superficie de separación de dos medios. Una superficie será tanto más reflectante cuanto mayor fracción de la energía incidente sea capaz de reenviar al medio de procedencia.

EJECUCION.-

TEXTO:

La imagen que da lugar un espejo depende de la posición del objeto. Siempre son imágenes virtuales, es decir no son proyectables sobre una pantalla.

IMAGEN:

Un espejo sobre el que refleja un objeto desde un punto de vista fijo.

-Refracción

AYUDA.-

Siempre que un rayo de luz pasa de un medio a otro sufre una modificación en su dirección, además de reducir la intensidad de la radiación ocasionado por la parte de radiación reflejada.

EJECUCION.-

Texto:

Efecto óptico ocasionado por la desviación de los rayos de luz al atravesar la superficie liquido-aire.

Imagen:

Sección transversal de un recipiente con agua, en el que se introduce, en diagonal, lentamente una varilla, observándose como al introducirse aparentemente se fractura. Una vez totalmente introducida cambia su posición tendiendo hacia la vertical, en este movimiento se verá como la sensación de fractura vá disminuyendo hasta desaparecer al llevar a la vertical, y volviendo a aparecer al superarse esta posición. Terminaría en la posición simétrica de la inicial.

-Elementos sencillos

AYUDA.-

La primera consecuencia práctica de la OPTICA GEOMETRICA es la posibilidad de diseñar instrumentos ópticos para diferentes aplicaciones, calculando su comportamiento previamente.

EJECUCION.-Submenú:

Introducción

Espejos

Dióptricos

Lentes

Otros

Cerrar menú

-Introducción

AYUDA.-

Se consideran elementos ópticos sencillos todos aquellos componentes elementales cuyo comportamiento frente a la luz les hace adecuados para su utilización en la fabricación de instrumentos ópticos.

EJECUCION.-

TEXTO:

Los espejos, dióptricos, lentes y prismas son los elementos básicos de todos los instrumentos ópticos, junto con otros elementos complementarios, tales como colimadores, diafragmas,...

IMAGEN:

Muestra diferentes imágenes: espejo, lente, prisma, ...

-Espejos

AYUDA.-

Los espejos son el resultado del desarrollo de técnicas para conseguir un elemento en el cual la reflexión de la radiación luminosa sea máxima.

EJECUCION:

Texto:

Se denominan espejos aquellos elementos que reflejan la mayor parte de la energía luminosa que sobre ellos incide.

Cumplen las leyes de la reflexión indicadas en el apartado de REFLEXION.

Imagen:

Muestra la reflexión de un rayo

-Dióptrios

AYUDA.-

En la práctica suelen utilizarse siempre combinaciones de diópticos, dada la imposibilidad de aislar una única superficie de separación, al considerar que siempre el aire es uno de ellos que envolvería todo el material..

EJECUCION:

Texto:

Se llama dióptrio a cualquier superficie de separación de dos medios transparentes de distinto índice de refracción.

Imagen:

Se observa la refracción producida en un dióptrio.

-Lentes

AYUDA.-

Entre las diferentes formas que se han diseñado de objetos transparentes para su utilización como los elementos ópticos, las lentes son junto con prismas son las más usadas.

EJECUCION.-Submenú:

Concepto

Ejemplo

Ejercicio

Cerrar menú

-Concepto

AYUDA.-

Una lente está formada por dos diópticos sucesivos, al menos uno de ellos debe ser esférico. Si los dos fueran plano sería o una lámina de caras paralelas (ambos diópticos paralelos) o un prisma.

EJECUCION.-Dos pantallas de texto e imagen en secuencia.

Pantalla 1:

Texto:

Según la curvatura de las dos superficies que delimitan la lente, así reciben un nombre diferente la respectiva lente.

Imagen:

Dibujos de los distintos tipos de lentes.

Pantalla 2:

Texto:

Los radios de curvatura de las superficies esféricas que forman la lente, junto con el índice de refracción del material definen las distancias focales.

-Ejemplo

AYUDA.-

El comportamiento óptico de la lente es función de su forma y material.

EJECUCION.-

Indica en el dibujo la posición de los centros de curvatura y los focos de una lente. Traza diferentes rayos que procedentes de la izquierda pasan a la derecha, uno pasará por el foco objeto, otro por el foco imagen, y otro por el centro.

-Ejercicio

AYUDA.-

En esta opción podrás practicar, eligiendo la dirección del rayo incidente.

EJECUCION.-

Texto:

Elige el rayo incidente y observa el comportamiento al atravesar la lente.

Imagen:

Analogamente al ejemplo pero pudiendo definirse la dirección del rayo incidente.

-Otros

AYUDA.-

Hay además diferentes elementos usualmente utilizados en los ensayos con la luz, así como en la construcción de instrumentos ópticos.

EJECUCION.-

Texto:

Otros elementos ópticos sencillos serían:

Imagen:

Muestra dibujos de diferentes elementos.

-Sistemas centrados

AYUDA.-

La casi totalidad de instrumentos ópticos están compuestos por elementos ópticos sencillos como los mencionados, así como por combinaciones complejas de ellos, incluyendo diferentes tipos de medios transparentes tanto sólidos como líquidos.

Otro problema no tratado en esta Unidad son las aberraciones, cuya corrección implica una notable complejidad a la construcción de los instrumentos ópticos, incluyendo el diseño de las lentes.

EJECUCION.-Submenú:

Introducción

Ejemplo

Ejercicios

Problemas

Cerrar menú

-Introducción

AYUDA.-

Los sistemas ópticos centrados solo son estigmáticos para rayos paraxiales.

EJECUCION.-

Texto:

Un sistema óptico centrado esta constituido por un una serie de elementos ópticos sencillos, con un eje óptico común, es decir todos sus centros de curvatura, focos,.. estan alineados.

Pueden clasificarse en convergentes y divergentes.

Imagen:

Un esquema de un sistema óptico centrado.

-Ejemplo

AYUDA.-

En esta opción se presenta un sistema óptico centrado sencillo, sobre el que se visualiza la trayectoria de los distintos rayos que permiten obtener la imagen de un objeto dado.

EJECUCION.-

Texto:

Observa la secuencia de formación de la imagen final a partir de las imágenes parciales secuenciales obtenidas de cada elemento del sistema óptico.

Imagen:

Simulación de tres elementos ópticos sencillos (lentes), que a partir de un objeto dan lugar a una imagen obtenida del objeto inicial, a traves de cada componente.

-Ejercicios

AYUDA.-

En esta opción puedes observar la influencia de la posición y tamaño de un objeto, en la posición y tamaño de la imagen, para un sistema óptico centrado propuesto por el ordenador (obtenido aleatoriamente).

EJECUCION.-

Texto:

Elige la posición y tamaño del objeto y observa la imagen que se generaría.

Imagen:

Análoga al ejemplo, pero se puede elegir la posición del objeto inicial.

-Problemas

AYUDA.-

En esta opción deberás indicar la posición y tamaño de la imagen del objeto presentado, originado por el sistema óptico mostrado.

EJECUCION.-

Texto:

Indica la posición y tamaño de la imagen del objeto indicado en la pantalla.

Imagen:

Además de la simulación análoga de los casos anteriores, se indica la información adicional de las coordenadas del objeto, y de la solución propuesta por el alumno, que se actualizarán según él la modifique. Una vez aceptada como definitiva la contestación del alumno, se le indica si es correcta, aceptable o errónea, a la vez que se le muestra la posición y tamaño correcto. A continuación se procede a obtener la imagen por la secuencia de los rayos, análogamente a los ejemplos y ejercicios.



Ministerio de Educación y Ciencia
Secretaría de Estado de Educación

Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación

