

# LA HOJA ELECTRÓNICA DE CÁLCULO “EXCEL” COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN ACADÉMICA EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA

*Francisco J. Zamora N.\**

## 1. Introducción

El uso del PC en el aula ha tenido un auge singular entre los estudiantes, en especial cuando éste se asocia con el acceso a las redes globales de información (internet); así, en ocasiones se llega a hacer palidecer la labor tradicional del maestro.

Una de las aproximaciones cotidianas de los profesores (a veces la única) al uso de la tecnología en su trabajo es la hoja electrónica de cálculo, útil a la hora de organizar y ajustar las calificaciones y otros datos de los estudiantes y, por supuesto, al generar sus reportes parciales o finales. En este artículo se mostrará cómo la hoja electrónica de cálculo puede emplearse más profundamente, para crear y administrar evaluaciones suficientemente seguras, con niveles de complejidad numérica mucho mayor que la brindada por programas evaluativos comerciales, tal como frecuentemente se requiere para las pruebas típicas en las asignaturas de ingeniería.

Tras años de múltiples pruebas de paquetes de software evaluativo, generalmente obtenidos en Internet, y luego del entusiasmo inicial, la conclusión fue algo desalentadora: aunque las interfaces y funciones de estos programas son muy diversas y llamativas, cuando se trata de emplearlos en todo tipo de cursos, profesores y estudiantes su alcance y utilidad en las asignaturas especializadas de ingeniería resultan muy limitados.

Cuando estos programas son usados para generar pruebas que requieran la evaluación de conceptos, estrategias y destrezas apoyadas en cálculos numéricos complejos, los profesores que las diseñan terminan dedicando más tiempo y esfuerzo a su preparación que si hubiesen empleado la tradicional opción de diseñar y repartir una prueba escrita

---

\* *Ingeniero Electrónico Universidad Distrital. Realiza tesis de Maestría en Teleinformática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital. Investigaciones e intereses en firmware TCP/IP para microcontroladores y nuevas tecnologías de información aplicadas a la educación. Correo electrónico: [fzamora@ieee.org](mailto:fzamora@ieee.org) Página web: <http://www.geocities.com/fzamora.rm>*

y calificarla. Además, los resultados de estas evaluaciones asistidas por computador pueden llegar a no ser confiables por fallas en la seguridad de las pruebas.

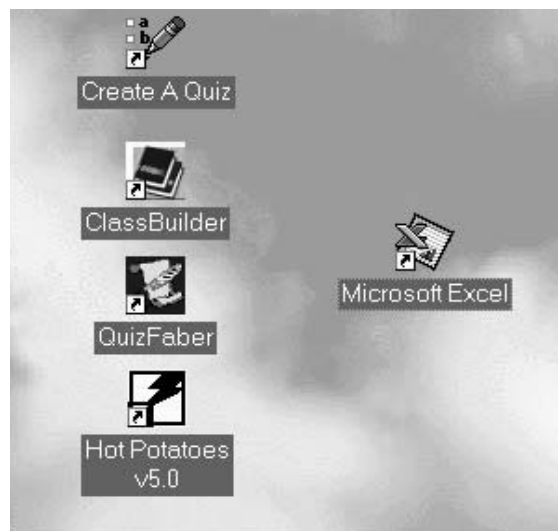
Luego de leer, incidentalmente, un manual para usuarios intermedios de la hoja de cálculo EXCEL (y de la suite Office) de Microsoft, se descubrieron y experimentaron estrategias para convertir esta aplicación en un inmejorable aliado del proceso evaluativo diversificado, dinámico e innovador que requieren los cursos especializados de la ingeniería moderna. El presente artículo muestra las funciones y procedimientos que pueden convertir una hoja electrónica de cálculo en un sistema automático de evaluación de gran ayuda para cualquier docente, pero en particular para aquellos de las áreas especializadas de la ingeniería que demandan cálculos complejos y extensos.

## 2. La Evaluación Asistida por Computador

En la Figura 1 se aprecian algunas de las herramientas favoritas para evaluación en y fuera de línea, basadas en web, en red local o en computadores individuales; en ella se insinúa la hoja de cálculo Excel como otra alternativa.

La mayoría de las aplicaciones disponibles en Internet, gratuitas o comerciales, presentan ciertas características (que pueden variar de programa a programa) que se resumen así:

- Interfaz gráfica tipo formulario: opciones para configurar la prueba, como título, instrucciones y seguridad de acceso
- Opciones para ingresar datos del alumno; algunas personalizables otras predefinidas
- Son tipos clásicos de preguntas: selección múltiple (tipo "test"), completar espacio en blanco, falso o verdadero, emparejar columnas, crucigrama, sopa de letras y preguntas abiertas; estas últimas no son calificadas automáticamente por los programas y debe ser revisada posteriormente por el docente
- Algunos programas permiten insertar información multimedia (imágenes, videos, audio) para cada pregunta, la cual puede ser vista por el estudiante al momento de presentar la evaluación
- Muy pocos permiten generar diferentes preguntas



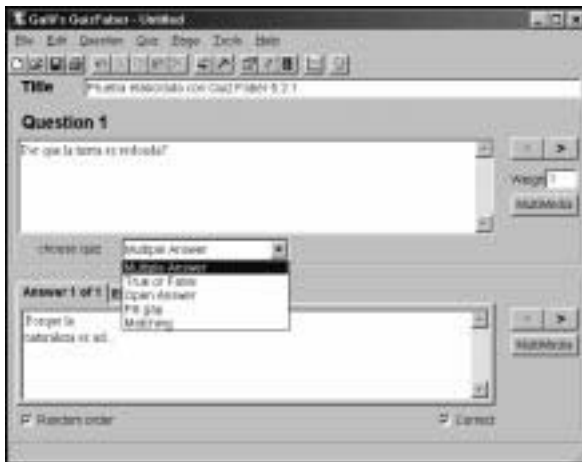
**Figura 1. Herramientas Preferidas en la Evaluación Asistida por Computador**

aleatoriamente, sobre la misma plantilla, cada vez que la evaluación es presentada, con lo cual se pretendería disminuir la posibilidad de fraude entre los estudiantes. El mejor de ellos en este aspecto, el Class-builder, permite generar respuestas calculadas a partir de datos aleatorios en rangos definidos por el profesor y empleando algunas operaciones (básicas únicamente) en dicho cálculo: suma, resta, multiplicación, división y potenciación de números reales

- Algunos ofrecen interacción con portales en Internet para la presentación de las pruebas y la publicación de los resultados en páginas web personalizadas por los profesores, como también la posibilidad de interactuar con aplicaciones de office (word, excel, y access) y con otros profesores y cursos
- Algunos almacenan las calificaciones en un servidor (Create a Quiz) LAN, otros en servidores WEB y otros las pueden enviar por correo electrónico al profesor
- Todos ofrecen la posibilidad de calificación automática para ciertos tipos de preguntas. Generalmente esta calificación se hace únicamente comparando textualmente la respuesta del estudiante con la del profesor
- En general las aplicaciones no son muy eficientes manejando la seguridad de las pruebas. El principal

aspecto que se protege es la integridad de las pruebas calificadas, para evitar modificaciones posteriores a su presentación. La autenticidad de los estudiantes y la privacidad de las sesiones de evaluación sigue siendo el *talón de Aquiles* de la mayoría de estos programas; el paradigma de evaluación presupone la seriedad, responsabilidad e integridad del estudiante evaluado, lo cual no siempre se cumple en el medio colombiano

- Con muy pocas excepciones (como el QuizFaber), los programas no son gratuitos. Algunos operan completamente por un tiempo determinado, luego del cual se deben pagar derechos para continuar su uso; otros reservan algunas de sus características más interesantes hasta el momento del registro en línea por cierta suma de dinero.



**Figura 2.** Aspecto Típico de un Programa para Evaluación Asistido por PC

En la Figura 2 se puede apreciar un ejemplo típico del aspecto de una plantilla para elaborar una evaluación tipo quiz, perteneciente al programa QuizFaber.

### 3. Nuevos Elementos en la Hoja de Cálculo “Excel”

Existen varias características y funciones que pueden hacer que una hoja de cálculo como EXCEL sea igual o superior a las aplicaciones evaluativas que existen. Estas son:

- EXCEL y Office en general son muy populares, prácticamente disponibles en cualquier PC con sistema operativo Windows, con o sin licencia
- La gran mayoría de usuarios de PC saben como utilizar una hoja electrónica de cálculo
- La hoja electrónica posee más de 200 funciones, clasificadas por categorías, para procesar información financiera, fecha y hora, matemática y trigonométrica, estadística, búsqueda y referencia, base de datos, texto, lógica e información sobre las celdas
- Mediante conocimientos básicos de programación (a veces ninguno) se pueden definir funciones que retornan valores según parámetros, y macros que se modifican según secuencia de comandos de usuario para ampliar la base existente de funciones y comandos de la aplicación
- La seguridad disponible en EXCEL es adecuada para el ambiente académico. Esta se puede violar utilizando la técnica de *fuerza bruta* (ensayo-error sobre las claves secretas), pero en una clave de ocho cifras el proceso tarda más de 72 horas, tiempo más que suficiente para distribuir y recopilar una evaluación asincrónica (fuera del aula y del horario habitual de clase)
- Mediante conocimientos moderados de Visual Basic (indispensables para la suite Office 97) se pueden automatizar y potenciar muchos procesos para usuarios exigentes.

Pero también existen desventajas; el trabajo inicial no es sencillo. Los procedimientos que aquí se describen fueron intensos y extensamente estudiados, y todavía quedan muchos aspectos por investigar y personalizar. Las aplicaciones de Office no son la mejor alternativa para la publicación y ejecución en Internet, pues no son independientes de la plataforma donde se ejecutan, es decir, no se pueden ejecutar en línea desde un navegador (browser) sino que se debe contar con la aplicación (EXCEL en este caso) en el equipo anfitrión. Se sacrifica entonces eficiencia y actualidad (en el sentido teleinformático) por disponibilidad y potencia de cálculo. Se pretende mostrar aquí que este sacrificio no siempre implica desventajas.

### 4. ¿Cómo se Hace un Quiz en Excel?

Recordando nuevamente las palabras del Dr. Seymour Papert (MIT), debe decirse aquí *que el conocimiento es tan*

sólo una parte de la comprensión...La genuina comprensión proviene de las manos a la obra. A continuación se describe entonces una de las posibles formas para crear y administrar evaluaciones (tipo quiz) utilizando la hoja electrónica de cálculo EXCEL. Las estrategias y procedimientos sugeridos se basan en la experiencia del autor, tanto con los programas de evaluación mencionados anteriormente como con las conductas típicas de los estudiantes frente a la posibilidad de fraude en las pruebas (conocido como *cheating* en la lengua inglesa).

El ejemplo aquí descrito está enmarcado dentro de las necesidades de la asignatura **Medios de Transmisión Eléctrica**<sup>1</sup>. Describe una prueba en la cual el estudiante debe calcular el coeficiente de reflexión de voltaje (cantidad compleja) a cierta distancia “d” (metros) de una carga ZL (cantidad compleja) sobre una línea de transmisión de cable coaxial, con bajas pérdidas e impedancia característica Zo, para una señal de RF de cierta frecuencia dada “f”.

Inicialmente, en la Figura 3, se muestran los procedimientos necesarios para la solución elaborados en MathCAD 7 profesional.

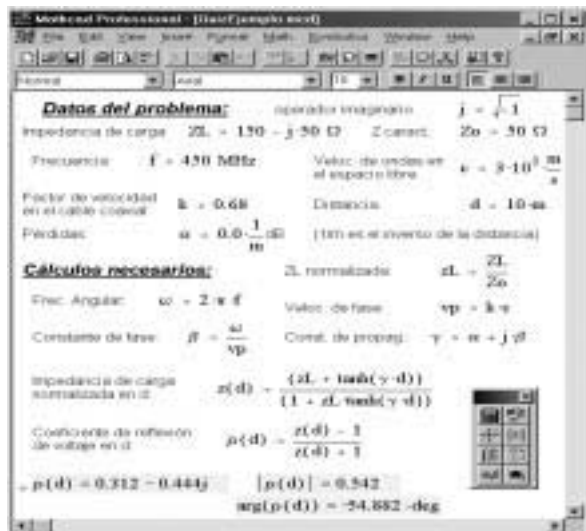


Figura 3. Solución del Ejercicio en MathCAD 7 Profesional

Aunque en apariencia los cálculos indicados en esta Figura son vergonzosamente breves y sencillos, esto se debe simplemente a que se utilizó una herramienta muy potente para procesar funciones sobre números complejos (como la tangente hiperbólica compleja): el MathCAD 7 profesional.

Estos cálculos resultan complicados de realizar, incluso con calculadoras científicas de mano modernas. Una alternativa a este tipo de situaciones surgió a mediados del siglo pasado. Un procedimiento gráfico basado en la transformación conforme del plano complejo de impedancia normalizada  $Z_L (= Z_L/Z_o)$ , al plano complejo del coeficiente de reflexión. Ésta es conocida como *Diagrama o Carta de Smith* y se utiliza extensamente en la actualidad en diseños de sistemas de señales de altas frecuencias. Programas como el RF-Chart han reemplazado hoy los días heroicos de los instrumentos de dibujo y la carta de Smith en papel (aunque es indispensable para el ingeniero de telecomunicaciones saber cómo se trabaja de esta manera), por un diagrama sobre la pantalla de un PC (resolución mínima 800x600 pixels, pero se recomienda mayor).

La solución al mismo problema planteado en el quiz se muestra en la Figura 4, utilizando el Diagrama de Smith del RF-Chart. En este caso se debe calcular “d” en términos del número de longitudes de onda sobre la línea de transmisión y luego desplazarse sobre el contorno del círculo de VSWR constante (voltage steady wave ratio) a partir del punto marcado como ZL/Zo, en dicha cantidad de longitudes de onda, hacia el generador.

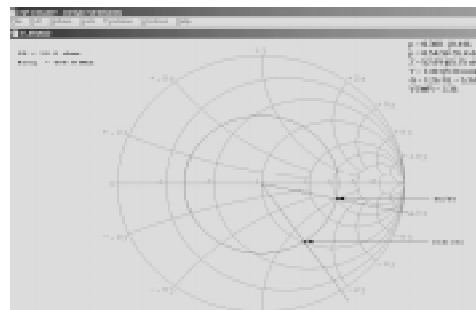


Figura 4. Solución del Ejercicio Usando la Carta de Smith del Programa RF-Chart

1 Asignatura perteneciente al séptimo semestre de la Ingeniería de Telecomunicaciones ofrecida por la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital

Ahora se debe diseñar un quiz en EXCEL que permita verificar si el estudiante es capaz de realizar los cálculos indicados con ayuda de calculadora, asistido por computador o con la Carta de Smith.

**4.1 Recomendaciones preliminares.** Tal como se acaba de presentar, es pertinente elaborar el ejercicio, a mano o con ayuda de PC, para identificar las variables, rangos y procedimientos que deben llevarse a cabo. También es recomendable desarrollar una plantilla o formulario con los datos básicos para poder usarla en evaluaciones posteriores. Un formato propuesto para el libro EXCEL a desarrollar puede contener cuatro hojas de cálculo como mínimo (Ver Figura 5):

- La primera, que contenga el quiz como tal, en la cual el estudiante escribirá la respuesta a sus cálculos
- Una segunda que contiene datos de configuración del quiz (mostrada en la Figura 5)
- La segunda y tercera son hojas con datos distractores en los cuales se esconderán respuestas intermedias y otros datos que utilice el profesor en sus cálculos, dentro de hojas completas de números aleatorios.
- Si se prefiere, el desarrollo de la plantilla base de cada nuevo quiz puede automatizarse mediante la creación de una macro. Detalles de este procedimiento pueden consultarse en la función de ayuda de EXCEL.



**Figura 5.** Hojas de Cálculo en el Libro Plantilla «Quiz» de EXCEL

Además se recomienda la creación de un nuevo libro EXCEL, que puede llamarse *CLAVES*, en el cual el pro-

fesor registrará las contraseñas de seguridad que asignará a cada quiz, pues se recomienda que éstas sean diferentes para cada uno, y otros datos que considere importantes como las ubicaciones de celdas útiles dentro de las hojas de distractores de números aleatorios. Es deseable que las contraseñas sean de mínimo 8 caracteres y contengan letras y números para aumentar la seguridad. Este libro EXCEL se protegerá a la vez con una clave de acceso que el profesor deberá recordar fácilmente. En la Figura 6 se aprecia el aspecto de un quiz EXCEL para la asignatura Medios de Transmisión.



**Figura 6.** Aspecto de un Quiz de Medios de Transmisión en EXCEL 97

**4.2 Trucos en EXCEL.** Como resultado de la experimentación personal y la ayuda de los estudiantes de los cursos de Medios de Transmisión y Radiocomunicaciones (quienes continúan tratando de violar la seguridad de sus quizzes EXCEL), en seguida se mencionan aspectos claves para el diseño de las evaluaciones asistidas por hoja electrónica.

- **Generación de valores al azar dentro de un rango.** Se pretende que cada vez que un estudiante registre sus datos en el quiz, EXCEL cambie los datos del problema dentro de cierto rango establecido a criterio del profesor. El siguiente es el contenido de una de las celdas (C26 en este ejemplo) de la hoja electrónica que cumple dicha función:

```
=SI(C10<>"",SI(C36="",ALEATORIO)*(CONFIG.ID11-CONFIG.!C11)+CONFIG.!C11,C26),0)
```

Recuérdese que la estructura de la función SI es la siguiente: *SI (condición, resultado si verdadera, resultado si falsa)* pregunta inicialmente si el contenido de la celda C10 (en la cual se registra el nombre del alumno) es no nulo. En caso cierto, es decir, si el estudiante ya ha escrito su nombre en el quiz se evalúa si aún no ha colocado respuesta alguna (celda c36). En caso afirmativo se procede a generar un número aleatorio entre el valor mínimo (celda C11 en la página llamada CONFIG) y el valor máximo (celda D11 en la página CONFIG). En resumen, los datos del problema no aparecerán en pantalla a menos que el estudiante ya haya escrito su nombre y que no tenga ninguna respuesta escrita previa a su registro (para evitar que una misma solución sirva para varios estudiantes). Cada vez que el estudiante borre la celda de respuesta y se salga de la misma (haciendo clic fuera de ella), se generará un nuevo conjunto de datos al azar para las celdas que tengan una estructura similar a la anterior. Si el estudiante desea cambiar su respuesta para un ejercicio dado, debe sobrescribir el valor anterior de la celda de respuesta, sin hacer clic fuera de ella, pues de lo contrario perderá el trabajo realizado con sus cálculos cuando EXCEL le genere un problema diferente.

- **Proceso para evitar que EXCEL recalculé datos cada vez que se modifica algún valor de una celda.** Para que los datos del quiz no sean modificados cada vez que éste sea abierto o se actualice alguna celda, luego de ser presentada la evaluación (en especial para su calificación) es necesario realizar el procedimiento aquí indicado, tal como reza la nota al comienzo del quiz modelo de la Figura 6 (aunque esta propiedad se almacena como parámetro del archivo y puede que no sea necesario hacerlo en todos los equipos, se recomienda verificarlo):  
**“ATENCIÓN: Para la presentación de este quiz es indispensable que configure Excel (97 o +) de la siguiente manera: Herramientas->Opciones->Calcular->Chequear: Iteración (On) -> No. Máximo de iteraciones = 1 -> Aceptar. De lo contrario el quiz no funcionará”.**
- **Cronómetro de tiempo en EXCEL.** En los procesos de calificación puede ser útil para el docente

verificar el tiempo que el estudiante tuvo abierto el quiz. Para ello se puede presentar en una celda la hora de inicio del quiz mediante la siguiente función de EXCEL 97 en español:

=AHORA()

En el quiz de ejemplo esta función se ha insertado en la celda H14. Luego se procede a actualizar en otras celdas la hora, minutos y segundos; para esto se insertan las siguientes funciones que, en su orden, actualizan la hora, minutos y segundos durante los cuales no se haya algo escrito en las celdas de nombre o resultado (si se escribe algo, estos valores no se vuelven a actualizar):

=SI(O(C36=""),HORA(H14),N(G16))

=SI(O(C36=""),MINUTO(H14),N(G17))

=SI(O(C36=""),SEGUNDO(H14),N(G18))

Las anteriores son las celdas G16, G17 y G18, respectivamente, del quiz mostrado en la Figura 6 (recuérdese que C36 y C10 contienen la respuesta al quiz y el nombre del estudiante que lo presenta, respectivamente). Las funciones hora(), minuto() y segundo() devuelven los respectivos valores tomados de la celda H14. La función N(celda) devuelve el número asociado con el contenido de la celda, independientemente de cómo éste se haya calculado; aquí se usa para que no vuelva a modificarse el valor de las celdas de hora, minutos y segundo cuando se han escrito datos en las celdas de nombre o respuesta del alumno. La celda D17 del quiz de ejemplo muestra el *tiempo transcurrido*, mediante el siguiente cálculo:  
**=H14-NSHORA(G16,G17,G18)**

Se aprecia que esta celda hace la diferencia entre la hora actual y la hora en que se empezaron a llenar los datos del alumno en el quiz (verificando sólo el nombre) o cuando se escribió cualquier respuesta en la celda destinada para ello. Este procedimiento debe perfeccionarse, pues depende de la hora del sistema, la cual puede ser alterada, y además no se detiene al cerrar el quiz, lo cual significa que el cronómetro aún estaría en marcha cuando el profesor lo abre para su calificación, actualizándose con la hora del sistema donde se evalúa. A pesar de estas limitaciones, se incluyó en la plantilla para que el estudiante pueda verificar fácilmente el tiempo de respuesta; en el ítem de *seguridad* se mostrará una técnica

para verificar las horas y modificaciones que cada alumno hace a sus quizzes.

- **Calificación automática.** Esta es la principal razón por la cual se está generando todo este trabajo. Cada archivo de quiz suministra al azar datos personalizados para cada estudiante (cada vez que se abre, que se modifican los datos del alumno o que se borra la respuesta), el cual debe señalar la respuesta que él cree correcta a la pregunta que se hace. Inicialmente se pensó en la posibilidad de que EXCEL calificara inmediatamente, sin ocultar el resultado del proceso al alumno; el inconveniente de esta alternativa es que el estudiante, al ver una calificación deficiente, puede seguir presentando la prueba varias veces hasta obtener la calificación deseada (aunque todas estas actividades se pueden registrar en un archivo, esto falla si el estudiante hace copia del quiz recibido y, cuando esté seguro del procedimiento adecuado, lo presenta en el quiz de respaldo que copió, dando la apariencia de que sólo lo presentó una vez).

Luego se pensó en la posibilidad de ocultar la celda de calificación manipulando las propiedades del formato de la celda (cambiando los colores de trama y fuentes y protegiendo la celda). Pero curiosamente, cuando se imprime el documento (que parece ser lo primero que hacen los estudiantes), las celdas que en pantalla no se ven, si aparecen en la impresión, anulando el objetivo. Se puede cambiar el fondo de toda la hoja EXCEL a un color oscuro, para evitar su impresión, pero nuevamente, cuando se copian únicamente los contenidos a otra hoja electrónica se eliminan las propiedades de la trama.

La solución a estos dilemas la aportó precisamente un estudiante, y es muy evidente: los quizzes no se deben calificar automáticamente, (cuando el alumno escribe la respuesta en el computador) sino que, una vez recuperados por el profesor en una nueva hoja EXCEL, y mediante el manejo de macros, se pueden tomar los datos de todos los quizzes y calificarlos en el computador del profesor, sin que el estudiante se entere de los resultados (esta opción aún

no se ha probado). Claro está que la intencionalidad de cada profesor puede variar; por ejemplo, algunos pueden desear suministrar quizzes de repaso (término que en inglés se conoce como *survey*), para lo cual se necesita que el estudiante conozca el resultado. El profesor también puede variar el criterio de calificación; por ejemplo puede dar un margen de tolerancia al error en los cálculos, dentro del cual el estudiante puede obtener una calificación del 100%. A continuación se muestra un ejemplo de fórmula de calificación de un quiz en el cual se debía calcular la magnitud de un gradiente de corriente en una línea de transmisión con coeficientes de circuito distribuido conocidos. Aquí la calificación es proporcional al margen de error de la respuesta (consultado en la hoja CONFIG en la celda C20), si éste se encuentra dentro de una tolerancia supuesta del 10%; si el error es superior a este margen se asigna una calificación total del 10% para el estudiante. La celda de calificación contiene la fórmula de la respuesta y la de calificación simultáneamente; por ello su complejidad. Aunque esta condición no es necesaria, pues la respuesta se puede ocultar en alguna celda de las hojas de distractores DIS, se ejemplifica como una posibilidad más segura pero más compleja en su implementación:

```
=SI((ABS(C36-(RAIZ((C28/1000000)^2+(2*PI()*D31*C29)^2)*D33*RAIZ(2)/1000*0.3048))/(RAIZ((C28/1000000)^2+(2*PI()*D31*C29)^2)*D33*RAIZ(2)/1000*0.3048))<CONFIG.IC20,100-100*ABS(C36-(RAIZ((C28/1000000)^2+(2*PI()*D31*C29)^2)*D33*RAIZ(2)/1000*0.3048))/(RAIZ((C28/1000000)^2+(2*PI()*D31*C29)^2)*D33*RAIZ(2)/1000*0.3048),SI(C36="",0,10))
```

- **Seguridad.** Este aspecto es muy importante; al respecto la mayoría de aplicaciones comerciales utilizan técnicas propias de encriptación de datos. La máxima seguridad en un archivo de EXCEL se obtiene cuando se utilizan los tres niveles de protección que ofrece la aplicación (ver en el menú Herramientas -> Proteger):
  - Proteger Hoja: se debe proteger cada hoja del quiz individualmente, pero con la misma clave para evitar confusiones

- Proteger libro: protección adicional a otros aspectos comunes a todas las hojas de cálculo
- Proteger y compartir libro: esta opción es muy importante y se recomienda consultar la ayuda del programa sobre este aspecto. Permite ver en detalle toda modificación que se hace al documento, registrando hora y usuario; así, es un registro muy interesante de la actividad de los alumnos sobre los quizzes, que debe ser habilitado y apropiadamente consultado por el profesor, permitiendo verificar la autenticidad y privacidad de los quizzes presentados.

Adicionalmente, en el menú de formato de celdas, la carpeta Proteger presenta dos opciones que deben estar activadas para todo el quiz, excepto las casillas en donde el estudiante debe ingresar datos: celda bloqueada y celda oculta. La primera de ellas impide que se modifiquen datos en la celda y la segunda evita que la fórmula contenida en una celda aparezca en la barra de fórmulas cuando se selecciona la celda. Es muy importante recordar esto antes de distribuir el quiz entre los estudiantes; las opciones se deben activar antes de proteger la hoja y el libro y antes de compartirlo, pero después de haber realizado todos los cálculos y operaciones que demanda la plantilla de la prueba.

Estas estrategias de seguridad sólo pueden romperse por algoritmos iterativos, técnica conocida como *ataque de fuerza bruta*. El proceso demanda cerca de tres días para romper claves de 8 caracteres con programas de hacking especializados. Por ello se recomienda que las claves sean de más de ocho caracteres y que combinen letras y números para mayor complejidad.

- **Generación de distractores.** Los distractores son un grupo de números de diversa índole, generados al azar y ubicados en una hoja electrónica (dos, en este ejemplo) llenando un número grande de celdas. Su función es ocultar en algunas de esas celdas (que se deben referenciar en el libro de CLAVES) datos del quiz, como resultados parciales de cálculo, respuestas, e incluso la misma calificación de los estudiantes (si se adopta el esquema de califica-

ción automática dentro del mismo quiz). Es importante que estas hojas tengan sus celdas bloqueadas y ocultas, con el fin de que se cumpla el objetivo. A continuación un ejemplo de una función generatriz, la cual se copia para todas las celdas de las hojas de distractores (excepto aquellas que contienen datos útiles, que se sobre escribirán sobre dicha fórmula).

```
=SI(ALEATORIO()<=0,7;EXP(ALEATORIO()*(5)+ALEATORIO()*2)*(-2*ALEATORIO()+2*ALEATORIO()));ENTERO(EXP(ALEATORIO()*(5)+ALEATORIO()*2)*(-2*ALEATORIO()+2*ALEATORIO()))
```

La ecuación anterior genera números aleatorios en rangos útiles para el propósito del curso Medios de Transmisión los cuales, por supuesto, pueden ser personalizados.

Existen muchas otras funciones y posibilidades que pueden ser exploradas por cada profesor para personalizar sus quizzes, de acuerdo con su conveniencia.

## 5. Conclusiones

La selección de una aplicación evaluativa particular se constituye, en última instancia, en un proceso personal del docente. El tipo de evaluación que se desee implantar, el tipo y cantidad de conocimiento informático de los estudiantes, la dificultad de las pruebas, la frecuencia de uso de métodos asíncronos y de las nuevas tecnologías de información, son factores que perfilan dicha selección.

La seguridad de la aplicación será mejor en la medida que permita verificar la privacidad del estudiante mientras presenta la prueba y su autenticidad (verificación de identidad del usuario). Pero aunque estos aspectos fallen, el ejercicio de utilizar nuevas tecnologías de información en la evaluación genera cierta curiosidad que aumenta la motivación de los estudiantes hacia la asignatura. La disponibilidad y conocimiento sobre el manejo de determinada aplicación (software) son factores claves para su selección.

Con un esfuerzo personal que se acumula paulatinamente en macros y funciones que pueden ser usadas



posteriormente, una hoja electrónica como Excel puede convertirse en un instrumento de evaluación muy interesante para las asignaturas especializadas en ingeniería. Este tipo de evaluaciones permiten generar documentos y experiencias acumulables para llevar a cabo procesos educativos asíncronos (fuera del aula y en horarios ajustables por los propios estudiantes); no obstante, las mismas herramientas también pueden ser impartidas de la manera tradicional (sincrónica), reuniendo a los estudiantes en un centro de cómputo.

Los archivos de EXCEL permiten la inserción de otros archivos de medios, pero existen aplicaciones que manejan mejor la ejecución de información multimedial. La potencialidad de esta hoja electrónica que mejor puede explotarse en el diseño de evaluaciones es la posibilidad de regenerar automáticamente cálculos relativa-

mente complejos y extensos a partir de datos aleatorios que pueden personalizarse para cada estudiante y cada quiz presentado. Además, existen capacidades para la WEB de Office que merecen estudiarse y adaptarse para propósitos evaluativos y académicos en general.

El mejor software de evaluación es el que cada maestro pueda diseñar o personalizar de acuerdo con sus propias necesidades y recursos, y los de los estudiantes a cargo, teniendo como objetivo aumentar las posibilidades de acceso al conocimiento de los estudiantes, sin generarle exceso de trabajo adicional.

Mayor información, sugerencias y consultas pueden atenderse visitando la página WEB en Internet: <http://www.geocities.com/fzamora.rm> y/o enviando correo electrónico a: [fzamora@ieec.org](mailto:fzamora@ieec.org).

---

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- **McFEDRIES, PAUL.** Microsoft Office97 UNLEASHED. SAMS publishing. Indianapolis,USA,1998. Part IV. P. 371-531.
  - **Motor de Búsqueda Altavista.** [www.Altavista.com](http://www.Altavista.com). 2001.
  - **Portal Internet Classbuilder.** [www.classbuilder.com](http://www.classbuilder.com). 2001.
  - **Aplicación Quiz Faber, v. 2.5.1. Luca Galli. 2001.** Actualizaciones disponibles gratuitamente en: <http://www.lucagalli.net/>.
  - **Aplicación Hot Potatoes, v. 5.0. Half-Baked Software.- Uvic Humanities Computing and Media Centre.** 2001.
  - **Actualizaciones:** <http://web.uvic.ca/hcmc>
  - **Aplicación Create a Quiz.** Philip Kapusta. V. 4.6. 2001. Actualizaciones: <http://www.pcshareware.com>.
  - **Información sobre Medios de Transmisión.** Página de la asignatura administrada por el profesor Francisco Zamora. 2001. <http://www.geocities.com/fzamora.rm/lin-trans/>
  - Información sobre Ingeniería en Telecomunicaciones. <http://udtelco.4t.com>.
-