INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS ESTADO DE MÉXICO

MATEMÁTICAS I

TAREA EQUIPO

Clave: MA1015.4

Grupo: 4

Lunes y jueves de 13:00 a 14:30

19 de septiembre de 2013

Estefanía Díaz Moreno	A01167429
Anayatzin de los Ángeles Hernández Scobell	A01167488
Samanta Sotelo Rodríguez	A01168007

Tabla de contenido

Título: Chernóbil: panorama actual **3**
Resumen: **3**
Introducción y objetivos: **3**
Procedimiento **3**
Parte I 3
PARTE II 9
Resultados e interpretación: **12**
Conclusiones: **12**
Referencias: **13**

Chernóbil: panorama actual

Resumen:

El presente proyecto se concentra básicamente en dos partes. La primera se enfocará en un modelo matemático para determinar la radiactividad de Chernóbil en años posteriores a la catástrofe, en esta sección se hará uso de la función exponencial. Mientras que el siguiente apartado se enfocará en aspectos éticos relacionados con Chernóbil y la energía nuclear.

Introducción y objetivos:

El desarrollo económico de un país tiene siempre una relación directa con la capacidad del mismo de mantenerse activo en todos los sectores, lo cual se liga con el uso de energías.
Durante el boom del uso de combustibles fósiles, los líderes de algunos países se dieron cuenta que la dependencia al mismo generaba cierta fragilidad en sus sistemas económicos, lo cual producía inestabilidad y peligro a un porvenir a medio y largo plazo.
Fue por ello, que algunos países se dedicaron a buscar fuentes de energía alternativas, entre las que se encuentra la energía nuclear.
Las ventajas del uso de la energía nuclear son muchas, entre las cuales se distinguen la longevidad de las mismas y la gran región que pueden abastecer.
Desafortunadamente, su uso continúa siendo muy inestable y los riesgos de su manipulación tienen una gran afectación hacia la salud del ser humano. Además, la manipulación de los materiales utilizados y los procesos, generan una gran cantidad de energía calorífica, la cual, si no es controlada, derrite los sistemas y genera una onda de energía radiactiva la cual puede afectar a zonas enteras aún a largo plazo.
Un ejemplo de esta situación, fue lo que se vivió en Chernóbil en 1986, cuando el reactor nuclear número 4, provocó el mayor accidente nuclear conocido hasta ahora.

El objetivo de este proyecto es analizar ética y matemáticamente las consecuencias del accidente en Chernóbil, expandiendo las teorías ocupadas en clase y aplicándolas en un caso real. Así mismo, se buscará analizar el potencial dañino de las partículas radiactivas que continúan existiendo en la región y cómo la disminución de radiactividad en la región puede seguir claramente la tendencia de una función exponencial negativa. Esto nos ayudará a ubicar la posibilidad de una vivienda segura en la zona en un futuro (cercano o no), así como el potencial dañino de actividades "extremas" que el país busca establecer a 27 años de la tragedia.

Procedimiento

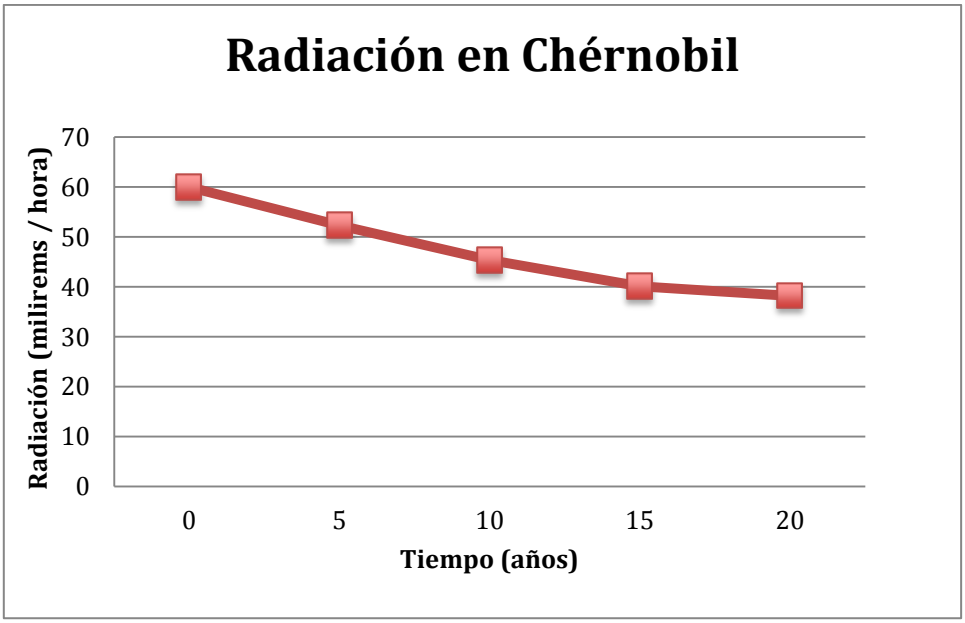
Parte I

a) Utilicen Excel para dibujar los puntos que se te proporcionan en la tabla 1. De acuerdo a la teoría desarrollada en el curso, un modelo de la forma $r = r(t)= r_0 e^{kt}$ podría determinar la medida de radiación (en milirems/hora) en función del número t de años desde 1990. Argumenten en favor de esta selección, si están en contra de esta opinión indiquen qué modelo les parecería más adecuado e indiquen las razones de su selección. ¿Qué signo esperan para el parámetro k si éste relaciona con la rapidez de disminución de la contaminación radiactiva?

Radiación en Chernóbil

Tiempo (años)	Radiación en milirems/ hora
0	60
5	52.3
10	45.4
15	40.1
20	38.2

Tabla 1. Mediciones a intervalos de 5 años sobre el nivel de radiación en Chernóbil a partir de 1990.



En este proyecto, se ha considerado que la utilización de un modelo exponencial en la forma de $r= r(t) = r_0e^{kt}$, podría determinar la medida de radiación en milirems/hora, en función del número (t) de años que han trascurrido desde 1990, año de la catástrofe en Chernóbil. La razón de esto es que, como se puede observar en la tabla y en la gráfica anterior, el tiempo transcurrido no es directamente proporcional a la radiación registrada. Es decir, al momento del desafortunado suceso (t=0) se registró una radiación de 60 milirems/hora, la cual cinco años más tarde bajó hasta 52.3. Esto nos indica que la radiación bajó 7.7 milirems/hora en tan sólo cinco años. Ahora bien, si comparamos esta cifra con la diferencia de radiación después de 15 y 20 años, nos

daremos cuenta de que en ese mismo lapso de tiempo (5 años), la radiación bajó solamente 1.9 milirems/hora. Como se observa, en los primeros cinco años, la radioactividad bajó drásticamente en comparación a los años más recientes. Por lo que al paso de los años, la radioactividad irá disminuyendo de manera menos acelerada. Ésta es la razón por la que sugerimos que un modelo exponencial sería lo más adecuado para este caso.

a1) En el siguiente modelo, se espera que el valor de *k* sea negativo debido a que se trata de una constante de disminución:

$$r(t) = r_0\, e^{k\ t}$$

A continuación, lo comprobaremos (Los datos son tomados de la tabla mostrada anteriormente, como ejemplo se tomó el tiempo de cinco años):

$r\ (t) = r_0\, e^{k\ t}$

$52.3 = 60\, e^{k\ 5}$

$\ln \frac{52.3}{60} = \cancel{\ln}(\cancel{e}^{k\ 5})$

$-0.1373 = k\ (5)$

$k = -\frac{0.1373}{5}$

$\boldsymbol{k = -0.02}$

En donde:
r(t) es la radioactividad en función del tiempo
r_0 es la radioactividad inicial
k es una constante de disminución
t tiempo transcurrido en años

Por lo tanto, la expresión matemática de este caso es:

$$r\ t\ = 60e^{-0.02\ t}$$

b) En el modelo propuesto, $r_0 = r(0)$ es el nivel de radiación en 1990 y *k* es una constante. Apliquen logaritmo natural en la expresión $r = r_0\, e^{k\,t}$ y determinen la correspondiente forma log-lineal del modelo exponencial.

$\ln\ r\ = \ln(r_0\, e^{k\ t}\ )$

$\ln\ r\ = \ln(r_0) + \cancel{\ln\ (}e^{k\ t}\ )$

$\mathbf{\ln\ r\ = \ln(r_0) + kt}$

c) Formen la tabla 2 (similar a la tabla 1) para la forma log-lineal determinada en el inciso anterior. Utilicen el auxiliar de gráficos de Excel y grafiquen los puntos correspondientes a la tabla 2.

$\ln\ 60\ = \ln(60) +\ -0.02\ \ 0\ = 4.09$

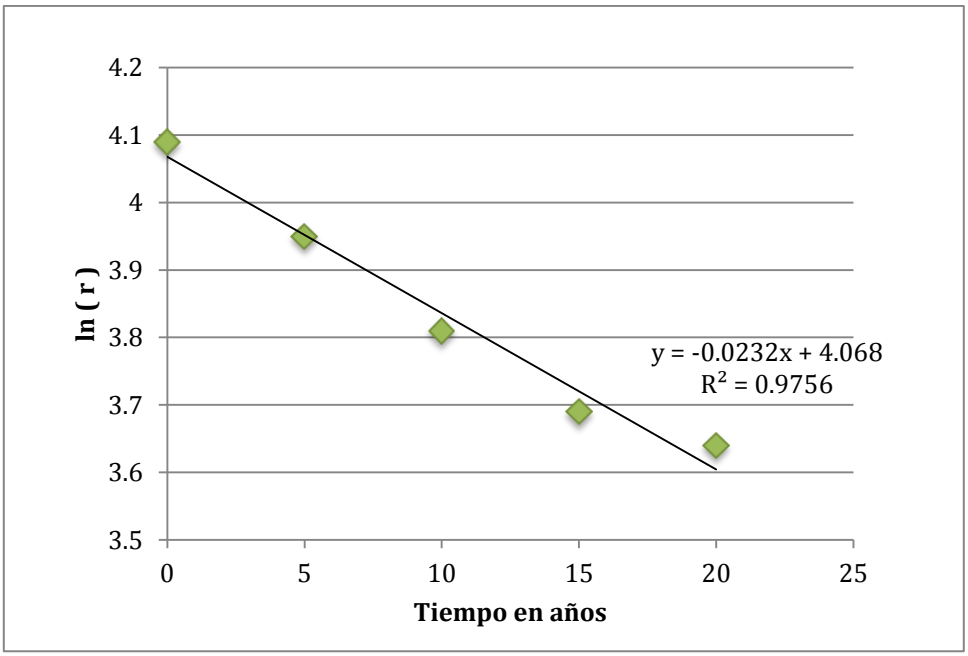
$\ln\ 52.3\ = \ln(60) +\ -0.02\ \ 5\ = 3.95$

$\ln\ 45.4\ = \ln(60) +\ -0.02\ \ 10\ = 3.81$

$\ln\ 40.1\ = \ln(60) +\ -0.02\ \ 15\ = 3.69$

$\ln\ 38.2\ = \ln(60) +\ -0.02\ \ 20\ = 3.64$

r	ln (r)	t
60	4.09	0
52.3	3.95	5
45.4	3.81	10
40.1	3.69	15
38.2	3.64	20



d) En el auxiliar de gráficos encontrarán una opción para trazar y encontrar una recta de tendencia que se llama recta de ajuste por mínimos cuadrados. Encuentren la pendiente y la ordenada al origen de esta recta que les proporciona Excel.

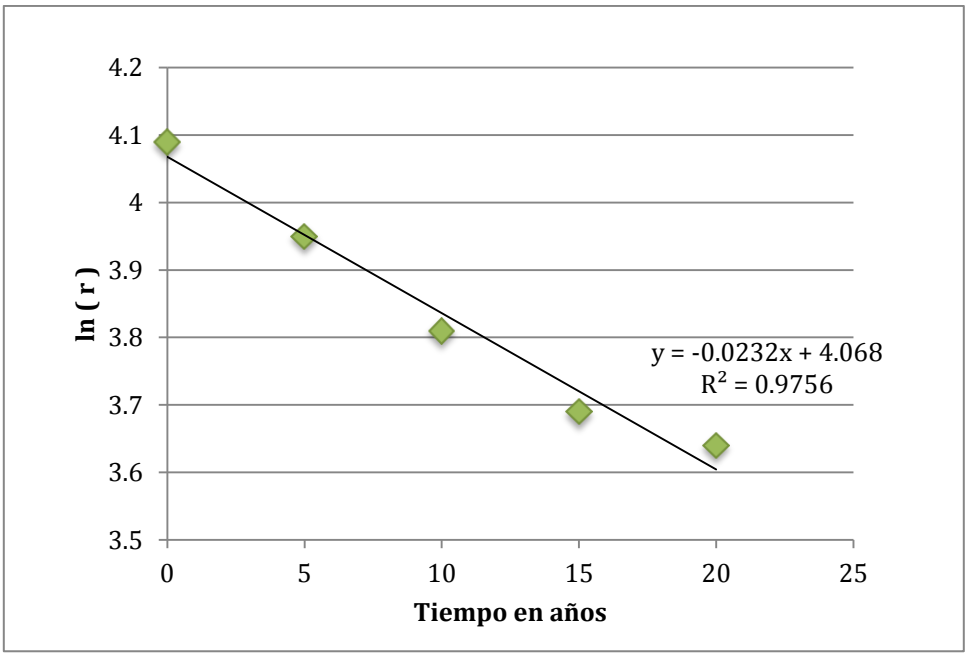
La ecuación de la recta de tendencia que se formó es:
y = -0.0232x + 4.068
Por lo tanto, la pendiente es: **m= -0.0232**
Y la ordenada al origen es: **b= 4.068**

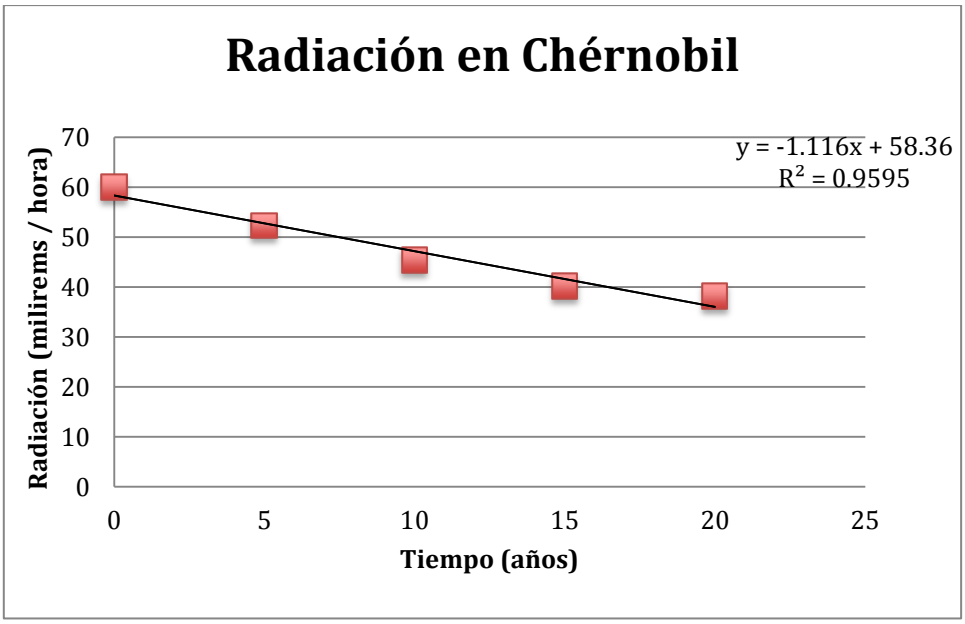
e) Relacionen la recta hallada en c) con la forma log-lineal del inciso b), a partir de esto calculen el valor de k. En cuanto a r_0 valoren si sus cálculos son similares a los que determinan su valor directamente mediante $r_0 = r\ (0)$.

Ambas rectas son muy parecidas. Nos podemos dar cuenta de que el valor de la inclinación en la línea de tendencia trazada en el inciso anterior, se trata de la constante *k*.
***k*= -0.0232**

Nuestros cálculos son similares a los que determinan r_0.

f) Grafiquen ahora la función que encontraron en el inciso e) junto con los puntos graficados en el inciso a). ¿La tendencia de la gráfica es la misma que la de los puntos? ¿Hay "cercanía" entre los puntos y la gráfica?





Al observar estas dos gráficas, podemos darnos cuenta de que a aunque las pendientes y las ordenadas al origen son diferentes, el ajuste por mínimos cuadrados de ambas son valores muy cercanos.

g) Una vez establecido el modelo $r = r_0 e^{kt}$, calculen cuál fue el nivel de radiación en el año 1998 de acuerdo a su modelo.

Si: t=8

$r\ t\ = 60e^{-0.02\ t}$

$r\ 8\ = 60e^{-0.02\ 8}$

$\boldsymbol{r\ 8\ = 51.128\ milirems/hr}$

h) Determinen el número de años que se requiere dejar pasar a partir de 1990 para que la radiación alcance el límite máximo aceptado y la zona pueda volver a habitarse con cierta seguridad.

$$\ln\ r\ = \ln(r_0\, e^{k\ t}\ )$$

$$\ln\ 0.6\ = \ln(60\, e^{-0.02\ t}\ )$$

$$\ln\ 0.6\ = \ln(60) + \cancel{\ln(e}^{-0.02\ t}\ )$$

$$\ln\ 0.6\ - \ln(60) = -0.02t$$

$$\frac{\ln\ 0.6\ - \ln(60)}{-0.02} = t$$

$$t = 230.25\ años\ a\ partir\ de\ 1990$$

Es decir, podría ser habitable alrededor del 2220.

PARTE II

Una reflexión sobre la dimensión ética del desastre de Chernóbil.

En la sección de referencias al final de esta segunda parte, hallaran algunas paginas electrónicas que les proporciono sobre el accidente en Chernóbil, si así lo desean pueden complementar con otros sitios. Con base en los criterios de articulación de los principios universales de la ética kantiana discutan lo que a continuación les propongo reflexionar.

a) Su opinión con respecto al uso y desarrollo actual de la tecnología nuclear.

La tecnología nunca me ha parecido ni buena ni mala, es simplemente neutral. La diferencia es el uso que se le da a ésta. Sin embargo, hay ciertas clases de energía, como la nuclear, que aunque sean utilizadas para buenos fines, suelen ser bastante peligrosas. Su uso requiere de máxima seguridad, ya que hasta los errores más pequeños pueden desencadenar grandes tragedias, como la de Chernóbil. Es por este gran riesgo que algunas personas estarían en contra de su desarrollo. Me considero una de esas personas. No estoy en contra del progreso, pero sí de la pérdida de vidas humanas y repercusiones a largo plazo que hasta un diminuto error podría causar.

b) ¿Qué juicio les merece el desarrollo nuclear de las superpotencias? Hagan una valoración que abarque, su inversión económica en tecnología, su afectación a los recursos naturales de otras naciones, los riesgos y beneficios de esta fuente de energía.

Actualmente, Estados Unidos es el país con más reactores nucleares en el mundo, según lo indica *El Real Instituto Elcano*. Bajo su poder están 104 reactores, seguido de Francia, con 58 y Japón, con 54. Según datos de la revista *Muy Interesante*, “En 2006, China compró a Australia uranio durante 20 años por un importe de 70,000 millones de dólares (890 mil millones de pesos mexicanos). Australia se coloca con el 30 por ciento como el primer

productor del mundo de uranio, seguido de Kazajistán con 17.6 por ciento, y Canadá con 12.4 por ciento".

Al analizar estas cifras se puede observar claramente que el mercado de la energía nuclear es de alta demanda. No es difícil saber por qué. Una de las grandes ventajas de la energía nuclear es la alta producción de energía eléctrica y las bajas emisiones de CO_2. Sin embargo, sus desventajas se centran en el peligro para la salud, el desarrollo de armamento nuclear y las catástrofes que pueden y ya han ocurrido en las plantas nucleares.

c) ¿Qué opinión les merece el silencio de la URSS ante el mundo acerca del desastre en Chernóbil?

Un desastre de tales magnitudes no puede ser simplemente silenciado. No sólo por ocultar la verdad, sino porque la escala de afectación es global. El silencio de un país, para mí, denota el desconocimiento de lo que estaba por venir y su miedo por afrontar a los demás países en un panorama bastante desfavorable.

d) En una tragedia como la descrita en esta actividad se requieren soldados, mineros, ingenieros, técnicos, obreros que a costa del riesgo de su propia vida se expongan para salvo guardar el bienestar de otros. ¿Consideran que esto es atentar contra sus derechos humanos?¿Tienen alguna propuesta para mejorar las condiciones de trabajo de estas personas?

Sí representa atentar contra algunos de los derechos humanos, como el derecho a la seguridad personal y a la salud. Sin embargo, otros derechos del hombre incluyen el derecho al trabajo y a la libre elección de éste. En este caso, esas personas desempeñaron su trabajo, el que ellos decidieron, bajo condiciones que no estaban previstas. Si hubiera sido premeditado el que su trabajo incluyera desempeñarse en un ambiente de radiación, sí se estarían violando sus derechos, mas fue algo externo que forzosamente iba a impactar en su vida, por ser habitantes del lugar.
Hablando de las personas que operan actualmente en Chernóbil, es necesario considerar que son ellos quienes tienen la capacidad de decidir si desean o no exponerse a los riesgos que conlleva. Lo que atentaría en este caso contra su derecho a la seguridad en el trabajo, es si los empleadores no les brindan un equipo para prevenir impactos de la radiación y sobre todo si no se les hace conciencia previo a un contrato, de los peligros a los que se exponen en relación a la labor que llevarían a cabo.
Las condiciones de trabajo de estas personas podrían mejorar con el implemento de tecnología enfocada a minimizar el contacto entre los individuos y la radiación que hay en el ambiente. Esto incluso es parte del derecho a Desgraciadamente, la investigación científica y tecnológica en este ámbito es costosa y por lo tanto es difícil que se implementen para el beneficio de los trabajadores. Otra solución podría ser el poner como condición a las personas que se desempeñan laboralmente en esta zona el llevar algún tratamiento preventivo a las consecuencias comunes que hay cuando existe la exposición constante a radiación.

e) El accidente de Chernóbil ocurrió en un periodo en el cual dado el carácter totalitario del régimen de la URSS, los trabajadores fueron expuestos a una enorme radiación sin tener el conocimiento de ello. Hagan una reflexión ética de esto ¿Consideran que el estado violó sus derechos fundamentales?¿cuáles? Argumenten

Como previamente se mencionó, si hay una violación a los derechos de seguridad personal, de salud e incluso se podría considerar que también del derecho a la vida. Sin embargo, el dilema ético que encontramos es si fue válido el tomar estas medidas, sacrificando al sector de trabajadores con el fin de evitar o reducir los daños al resto de la población. Tomando esto como base, uno de los puntos a considerar radica en que si bien fue una medida que se puede cuestionar en términos de abuso, también hay que considerar que era una medida necesaria. Esto quiere decir, que el riesgo al que estaba expuesta la población era realmente importante y el no tomar medidas al respecto repercutiría en un perjuicio mayor. Al tomar estas medidas, se buscaba el bienestar de las personas víctimas de la tragedia y también de las generaciones futuras. Por otro lado, los trabajadores ya estaban dentro del ambiente contaminado, pues desgraciadamente, al ser parte de la población habitante del lugar, ya habían sido expuestos a la radiación desde el momento en que ocurrió el incidente. Finalmente, es importante considerar que el abuso principal no radica en las medidas posteriores a la tragedia, ya que esto fue meramente una consecuencia. El verdadero problema se encuentra en la falta de medidas preventivas ante una falla al trabajar con un material tan riesgoso para el bienestar humano y del ambiente.

f) No todos los trabajadores eran ignorantes del peligro al que estaban expuestos. Hagan una valoración de la ética laboral de estas personas. ¿Qué opinión les merece este comportamiento en cuanto a su propia profesión?

El desarrollo de una actividad laboral consciente e informada, no genera tal controversia ética como en el punto anterior; sin embargo, el desarrollo laboral en condiciones inseguras e insalubres continúa siendo un riesgo que aún con una valoración correcta, no tiene certeza de las consecuencias a largo plazo que se pudieran tener.

Muchos de los trabajadores cumplieron acciones de rescate para salvar a miles de personas al momento de la tragedia, aún sin saber que cortos periodos de exposición a la radiación también tendrían un alto impacto en su salud.

g) Con motivo de la Eurocopa 2012, Ucrania anunció su oferta para realizar viajes a Chernóbil en lo que han llamado "aventuras extremas". ¿Cual es su valoración de esta posibilidad en términos de las divisas que entraran al país? Este flujo de dinero podría dar a Ucrania una alternativa para mejorar el nivel de vida de sus habitantes, discutan este dilema ético. Para su reflexión apóyense en los cálculos que han realizado en la Parte I, en las paginas de internet que complementen esta información y hagan todas las consideraciones éticas que consideren pertinentes para estos planteamientos.

El desarrollo económico de un país en base a actividades turísticas en áreas de interés hacia el público en general, suena como un elemento tentador para el gobierno y pequeñas y medianas empresas.

En el caso de Ucrania y su interés de abrir rutas turísticas a la zona de Chernóbil, genera un morbo de conocer esas zonas deshabitadas a ojos de personas de distintas partes del mundo.

Sin embargo, las afectaciones a largo plazo, siguen siendo un elemento que supera los beneficios que se pudiesen obtener al abrir esas zonas de turismo extremo por una gran cantidad de razones, entre las cuales se encuentran:
La longitud de onda de los isótopos radiactivos encontrados en la zona es extremadamente pequeña y logra penetrar el equipamiento de seguridad otorgado a los turistas.
Los daños a largo plazo a personas que vayan a la ciudad siguen siendo desconocidos.
Los daños a la salud de los trabajadores de la zona, superan el beneficio económico de su estadía en la región.
Es necesario tener etapas de aislación total a los trabajadores de zonas radiactivas, para que su cuerpo pueda tener cierto "equilibrio".
Las zonas, dado el hecho de que están deshabitadas son inestables y podrían producirse algunos otros accidentes.
Al considerar todos estos elementos, el equipo tomó la postura de la clausura de estos tipos de viajes, hasta que el nivel de radiactividad esté en los límites aceptables, cuando se podría plantear de nuevo la posibilidad de los mismos.
De acuerdo a nuestros cálculos y la información recabada, el tiempo que tardará en ser accesible a actividades humanas seguras es en aproximadamente 230 años, lo que lo hace que actualmente Chernóbil continúe siendo una zona de alto riesgo, que éticamente y por cuestiones de salud para los habitantes y trabajadores, así como para turistas, es considerado como un riesgo de alto nivel y completamente innecesario.

Resultados e interpretación:

A lo largo de este proyecto hemos propuesto un método para calcular los efectos posteriores al desastre de Chernóbil en 1990. Nuestro modelo fue creado con el propósito de tener un punto de referencia acerca lo que está sucediendo hoy en día en la zona de la catástrofe: tanto aspectos salubres como de ganancias monetarias, por parte de aquellos que explotan el turismo de esta peligrosa zona. Los resultados de este modelo nos indican que tendrían que pasar alrededor de 230 años posteriores al desastre para que está zona pudiera ser habitada nuevamente. Haciendo las cuentas pertinentes, estaríamos hablando de que esto podría lograrse aproximadamente en el año 2220. Cabe mencionar que estos resultados pudieron verse afectados por distintas variables, desde la simplificación de decimales hasta la obtención de los datos con los que trabajamos.
Al analizar los resultados obtenidos, surge la pregunta: Si se requieren 230 años para que la gente pueda estar segura en esa zona, ¿por qué es que hay personas que promueven el turismo en ese lugar, sin importar los problemas de salud que esto pueda provocar?

Conclusiones:

Actualmente, el interés en la energía nuclear está aumentando debido a las condiciones y limitantes de las fuentes de energía con las que se están sosteniendo las actividades hoy en día a nivel mundial. Sin embargo, es importante recalcar que el riesgo al desarrollar experimentos con este tipo de materiales es alto y está presente.

El accidente de Chernóbil y las repercusiones en la vida y en la salud de las miles de personas afectadas es un ejemplo de el cómo una falla en un mecanismo creado por el hombre puede tener consecuencias serias y no debe ser tomado a la ligera.
A través de la aplicación del modelo exponencial, fue posible determinar que el error en la planta nuclear tendrá repercusiones en la zona por los siguientes 230 años. Esto a la vez, no sólo impacta en la calidad de vida de los habitantes de la zona, sino en la economía del país. Desde este punto de vista, sería comprensible que algunas personas propiciaran el turismo como un servicio informativo y para ayudar a la economía, pero ¿es seguro? De acuerdo a nuestros cálculos, no lo es; por lo menos no en los próximos 200 años.

Referencias:

Salazar, G. D. (2010). El desarrollo de la energía nuclear y los riesgos de proliferación: el caso de Irán (ARI). Real Instituto el Cano. Septiembre 19, 2013, <www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/programas/geoestrategia+de+la+energ_a/publicaciones/escenario+regional/ari156-2010>

¿Turismo en Chernobyl? - Las Escapadas. (2011). Viajes en Las Escapadas. Septiembre 19, 2013, <http://www.lasescapadas.com/2011/04/27/%C2%BFturismo-en-chernobyl/>

Declaración Universal de Derechos Humanos. (2012). United Nations: It's Your World. Septiembre 19, 2013, <http://www.un.org/es/documents/udhr/>

¿Qué son los derechos humanos? . (2013).Office of the High Commissioner for Human Rights / OHCHR Welcome page . Septiembre 19 2013, <http://www.ohchr.org/SP/Issues/Pages/W>

Muy Interesante. (11 de febrero de 2013). Retrieved 19 de septiembre de 2013 from Los contras de la energía nuclear: http://www.muyinteresante.com.mx/ciencia/558883/ventajas-desventajas-contras-energia-nuclear-renovable/

Real Instituto Elcano. (n.d.). *El desarrollo de la energía nuclear y los riesgos de proliferación: el caso de Irán (ARI)*. Retrieved 19 de septiembre de 2013 from http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/programas/geoestrategia+de+la+energ_a/publicaciones/escenario+regional/ari156-2010