

## **DIVULGACIÓN CIENTÍFICA: UN DESAFÍO Y UNA NECESIDAD PARA APROXIMAR CIENCIA Y SOCIEDAD**

**Levy, D., Sordi, G.M.A.A. y Villavicencio, A.L.C.H.**

IPEN – Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares IPEN-CNEN/SP

### **RESUMEN**

La Irradiación de alimentos trae grandes contribuciones a la seguridad alimentaria, además de los impactos en las esferas social y económica del país. En Brasil, sin embargo, aún es grande el desconocimiento: miedos y preconcepciones infundadas tiemblan la confianza del consumidor. Investigadores del IPEN emprendieron una investigación ante el público en general. Los mayores ejemplos de aplicaciones de la tecnología nuclear parecen ser, en el imaginario popular, armas de destrucción masiva y accidentes nucleares. Entre las mayores preocupaciones de los entrevistados, están la cuestión de la seguridad en relación a la salud, exposición a la radiación y contaminación del medio ambiente. En 2016 se inició una acción para la divulgación científica a gran escala. En la llamada Sociedad de la Información, la acción se centra en el desarrollo de cursos virtuales destinados al público en general. El proceso involucró una amplia investigación sobre las posibilidades de acceso a Internet en los domicilios brasileños y perspectivas futuras. Los cursos tienen como objetivo llevar al conocimiento del público cuestiones pertinentes a la irradiación de alimentos de la agricultura a la mesa del consumidor, entre las cuales, un mini curso completamente destinado a la comunicación de la protección radiológica, una vez que la investigación apunta entre las mayores preocupaciones de la población la Seguridad, contaminación y efectos maléficos de la radiación. Esta acción pretende proporcionar al público en general material confiable y de fácil comprensión para la diseminación del conocimiento en los más diversos sectores de la sociedad. La alimentación es una de las grandes cuestiones brasileñas y la irradiación de alimentos es una técnica segura y confiable para responder a esta demanda. Los consumidores hacen juicios intuitivos según su percepción de riesgo y el desconocimiento conduce a miedos infundados y conclusiones equivocadas. Se espera con esta iniciativa acercar la sociedad y la comunidad científica. Una acción ciudadana para promover la conciencia crítica llevando al ciudadano a cuestionar la realidad, interpretar las informaciones de la mídia y construir opiniones científicamente fundamentadas.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La radiación ionizante está presente en nuestro cotidiano y contribuye a mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, el tema hace años todavía que divide la opinión pública en Brasil y en el mundo [1 – 3]. Aún es grande la desinformación sobre la tecnología nuclear y sus aplicaciones beneficiosas. No las aplicaciones nucleares se refieren a maleficios a la salud, armas de destrucción masiva y accidentes nucleares grandes proporciones. Sensible a la necesidad de divulgación científica ante la población, el Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares (IPEN) inició en 2016 la elaboración de material de carácter científico-educativo destinado al público laico. Creando que la educación es la base de toda sociedad, este trabajo propone el combate a la desinformación y la omisión de los medios, a través de la divulgación científica de forma inclusiva, completa y ética, acercando a la sociedad del discurso de la ciencia.

Se pretende con este trabajo lanzar un proyecto piloto, desarrollando el tema "Irradiación de Alimentos". Un núcleo inicial que, en un futuro próximo, se extenderá a las demás áreas de la tecnología nuclear. La elección del tema se dio, ya que la alimentación es una cuestión que concierne a todos y cada uno de los brasileños. El tema viene al encuentro de los nuevos

paradigmas de atención a la salud, que involucra la educación nutricional, seguridad alimentaria y buenas prácticas en el combate al desperdicio de alimentos [4]. El objetivo primero de este trabajo es combatir la desinformación, descrystalizando opinión preconcebida, así como fortalecer la opinión pública en relación a esta técnica que ya es ampliamente utilizada y sinónimo de seguridad alimentaria en muchos países. La educación y la comunicación son fundamentales para aumentar el conocimiento y la comprensión de la tecnología nuclear y sus aplicaciones pacíficas. La divulgación científica es una necesidad y un desafío.

## **2. METODOLOGÍA**

Las actuales tendencias de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) van al encuentro de las aspiraciones de una sociedad globalizada, plural, inclusiva y participativa, que tiene por principales características la diseminación del conocimiento y la democratización de la educación. En la llamada Sociedad de la Información, donde las tecnologías son omnipresentes, la democratización de la información y la búsqueda del conocimiento dejan de ser un "algo más" y pasan a ser una necesidad y un desafío. Respondiendo a esta nueva demanda de la sociedad globalizada, el proyecto, intitulado "Divulgación científica sobre irradiación de alimentos: La internet como herramienta para acercar ciencia y sociedad" fue concebido con el propósito de viabilizar un espacio ciudadano destinado a la educación científica e información sobre los aportes de la tecnología nuclear en la vida cotidiana. La Internet como medio de divulgación permite que la información se difunda a un gran número de personas en corto espacio de tiempo, incluyendo poblaciones geográficamente distantes, en este país de grandes extensiones territoriales.

### **2.1. Desarrollo del material interactivo para la divulgación científica**

Se realizó un extenso trabajo de investigación detallada sobre las posibilidades de acceso a la Información y la Comunicación (TIC) en todo el país. Este trabajo de investigación permitió definir las mejores herramientas y recursos de interfaces para este proyecto. De acuerdo con la más reciente publicación realizada por el Comité Gestor de Internet en Brasil, intitulado "Investigación sobre el uso de las tecnologías de información y comunicación en los domicilios brasileños", hubo un avance importante en la utilización de las TICs en los domicilios brasileños. Esta investigación tiene por objetivo "subsidiar a la sociedad con datos oficiales sobre los impactos socioeconómicos de las TICs, contribuyendo a políticas públicas más efectivas y eficaces y para el desarrollo de Internet en Brasil". [5, 6]

Entre los 65.129.753 domicilios que respondieron a la encuesta, en todos los estados brasileños, el 92% de los encuestados declaró poseer teléfono móvil para acceso a Internet. El 50% declaró poseer ordenadores en casa. Entre los 32.881.928 domicilios que poseen computadora, 56% declaró poseer computadora de escritorio, el 60% poseen conmutador portátil y el 33% poseen tablets. El 39% tiene más de un ordenador. Cuando categorizadas en clase social, declararon poseer ordenador: el 98% de las familias de la clase A; El 82% de las familias pertenecientes a la clase B; 48% de familias de clase C y 14% de familias de clase D. En cuanto a la velocidad de conexión, la gran mayoría cuenta con acceso de banda ancha; Sólo el 2% tiene acceso telefónico y el 25% cuenta con banda ancha móvil (3G). El 17% alega tener conexión entre 256 Kbps y 1 Mbps; 13% entre 1 Mbps y 2 Mbps; 9% entre 2 Mbps y 4 Mbps; 8% entre 4 Mbps y 8 Mbps. El 23% del total de hogares que tienen computadoras tienen una velocidad de conexión superior a 8 Mbps. El 66% de las familias tienen acceso wifi.

La investigación también trae datos sobre la proporción de usuarios de Internet por actividades realizadas en la búsqueda de informaciones. El 47% de los encuestados declaró utilizar Internet para fines de investigación académica e información; 38% buscan información en sitio de enciclopedia; El 33% estudia en Internet por cuenta propia y el 11% busca cursos a distancia. En cuanto al dispositivo utilizado para acceso individual, el 76% de los usuarios declaran utilizar el teléfono.

Teniendo en cuenta estos datos, somos capaces de comenzar la inteligencia del sistema y el desarrollo de modelos de tecnología educativa de contenido de irradiación de alimentos. El desafío involucró la capacidad de crear una comunicación eficaz que atendiera a los intereses plurales de los diversos segmentos de la sociedad: una gama de materiales interactivos ricamente ilustrados, en lenguaje simple y científicamente correcto, con el uso de recursos y funcionalidades atiendan a las necesidades del público objetivo, asegurando facilidad y calidad en el acceso, tanto de computadoras, como tablets o celulares (Figura 1).

**Figura 1. Material interactivo para la divulgación al público: ejemplo de visualización en computadora y celular.**

## 2.2. Investigación realizada junto al público

Para fines de diseminación de información, el contenido fue subdividido en distintos temas de interés, pensados para atender a los intereses plurales de la sociedad, articulando tecnología y vida cotidiana a fin de hacer el aprendizaje significativo e interesante. El material interactivo ofrece información puntual sobre cada uno de los temas, presentando los principales conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas. Hasta el momento, se desarrollaron los siguientes materiales para la divulgación científica.

- Introducción a la irradiación de alimentos. Material introductorio sobre los diversos aspectos que involucran la irradiación de alimentos: organismos reguladores, finalidades, utilización, ventajas y limitaciones.
- Aspectos biológicos involucrados en la irradiación de alimentos. Introducción a los conceptos de plagas, hongos y bacterias, los daños causados a los cultivos y a la salud

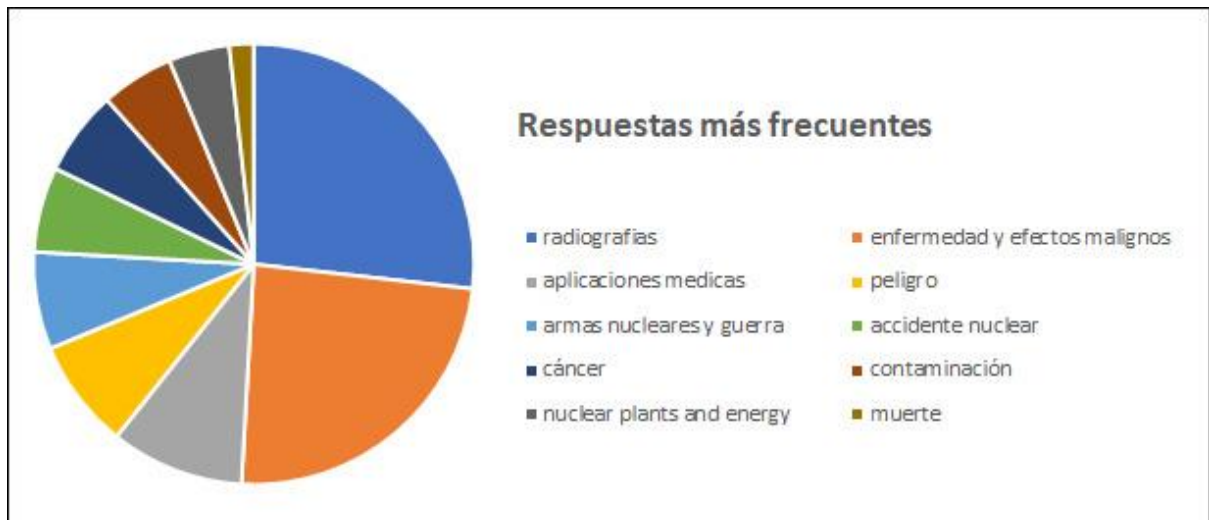
humana y comparativos entre la irradiación de alimentos con otras técnicas de conservación y desinfección.

- Irradiación de alimentos y agricultura. Irradiación como medida fitosanitaria y prevención de plagas cuarentenarias.
- Irradiación de las flores comestibles. Con vistas a la seguridad alimentaria y nutricionales específicamente los compuestos bioactivos y direccionado al público consumidor sob los aspectos *gourmet*.

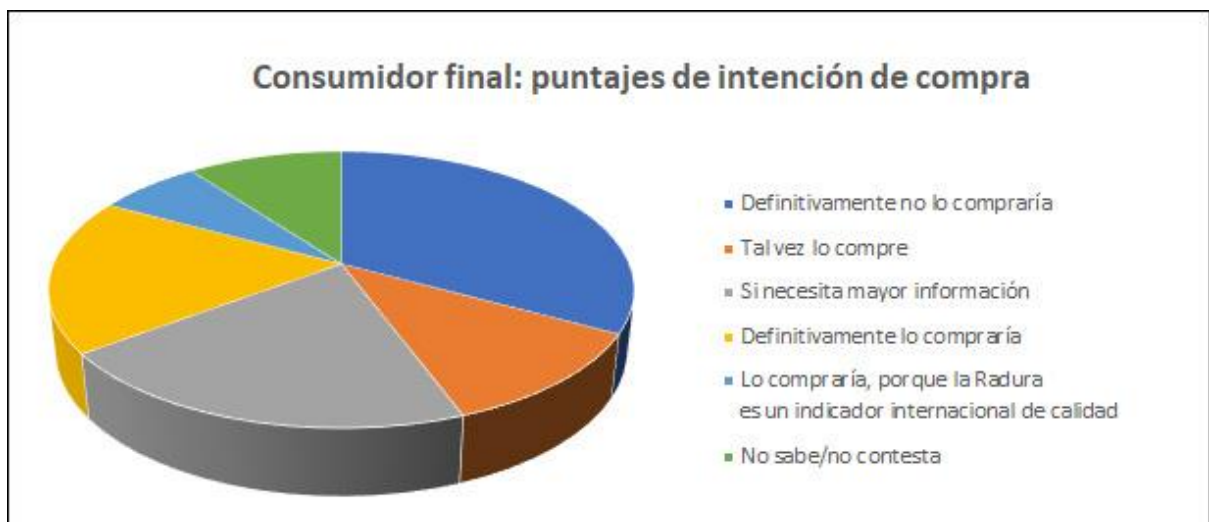
El desarrollo del material didáctico implica el detalle de cada uno de los elementos arriba mencionados. Con objetivos didácticos bien definidos, cada asunto es desarrollado de acuerdo con las mejores prácticas didácticas y pedagógicas en lo que se refiere a la educación a distancia [7]. Otros temas serán desenvueltos a lo largo de los dos próximos años, tales como: aceptación pública, análisis sensorial de alimentos irradiados, legislación específica de alimentos y situación de la irradiación de alimentos en Brasil y en el mundo.

### **2.3. Investigación sobre el público laico acerca de la Irradiación de Alimentos**

En diciembre de 2016 los investigadores responsables del proyecto "Divulgación científica sobre irradiación de alimentos: Internet como herramienta para acercar ciencia y sociedad" emprendieron una encuesta de opinión ante el público laico. La investigación se desarrolló para verificar el nivel de conocimiento del público en relación a las aplicaciones de las ciencias nucleares, en especial a la técnica de la irradiación de alimentos, incluyendo la aceptación del alimento irradiado y las intensidades de compra del consumidor. Para esta primera fase de la investigación, fueron invitados 100 individuos, entre 20 y 70 años, residentes en la ciudad de São Paulo. La gran mayoría de los encuestados alegaron estar a favor de la implicación de Brasil en investigaciones en el área nuclear, pues eso significa desarrollo científico y tecnológico al país. Sin embargo, cuando se les preguntó sobre sus primeros pensamientos en relación a las radiaciones ionizantes, el 55% de los encuestados asoció el tema a palabras como: guerras, accidentes nucleares de grandes proporciones, contaminación, peligro a la salud humana, cáncer y muerte (Figura 2). Gran parte de los entrevistados dejó claro su desconocimiento en relación al significado de "irradiación de alimentos" que, en el más de las veces, fue confundida con "alimentos contaminados". A la pregunta: "usted ya comió alimentos irradiados?", No raramente la respuesta fue afirmativa pues, según los entrevistados, "muchos alimentos provienen de suelos contaminados". El 67% de los encuestados alegaron nunca haber visto el símbolo de Radura, internacionalmente utilizado para indicar la presencia de alimentos irradiados. El 21% de los encuestados afirmó haber visto el símbolo, pero desconocen su significado. Las intenciones de compra denunciaron el total desconocimiento del consumidor: el 29% de los encuestados respondió categóricamente que no comprar alimentos irradiados; El 18% alegó precisar más información; Sólo el 6% de los encuestados asoció el símbolo de Radura a algún criterio de calidad y seguridad; El resto de los entrevistados no respondió a la pregunta por absoluta falta de conocimiento previo sobre el tema, como se muestra en la Figura 3. La última parte de la investigación contempló una brevísima información a los entrevistados, con la explicación de los aportes de la técnica para la eliminación de insectos y parásitos y una significativa reducción de la carga microbiana, reduciendo a niveles aceptables agentes patógenos a la salud humana. También se explicó brevemente la diferencia entre la irradiación y la contaminación de los alimentos. Una vez dada la información, y repitió la cuestión sobre las intenciones de compra de alimentos irradiados, las respuestas fueron sorprendentemente positivas: el 70% de los entrevistados alegaron que darían en el futuro preferencia por esos productos y enfatizaron la necesidad de repasar la valiosa información a parientes y amigos.



**Figura 2. La investigación sugiere una imagen negativa de la área nuclear ante la sociedad brasileña.**



**Figura 3. Reacción ante los productos irradiados antes de obtener información sobre el tema**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación realizada junto a la sociedad corrobora las premisas del presente proyecto de divulgación científica: (i) la opinión pública se basa en la experiencia de la población a partir de la información disponible sobre los riesgos y beneficios y (ii) no es una coincidencia que las personas más informadas tienden a favorecer la tecnología nuclear.

Sin embargo, la investigación trae un dato que alerta a los investigadores en cuanto a una nueva cuestión a ser considerada: la interdisciplinariedad. Cuando la materia es tecnología nuclear, sea generación de energía o aplicaciones industriales, la población demuestra entre las mayores preocupaciones del público: los efectos maléficos de la radiación ionizante a la

salud humana, impactos y contaminación ambiental y cuestiones de prevención y seguridad. El público desconoce que hay cuestiones de protección radiológica asociadas a todas las aplicaciones industriales, incluso a la irradiación de alimentos. En otras palabras, divulgar técnicas - por mejores que sean - sin hablar de protección radiológica sería insuficiente, considerando que:

- La percepción del riesgo, a los ojos de la población, difiere de la percepción del riesgo en el entendimiento de la comunidad científica.
- El equilibrio entre la percepción del riesgo y la aceptación del riesgo está condicionado a la obtención de información confiable y eficaz.

En posesión de esos resultados, el equipo de expertos del presente proyecto dio inicio inmediato al desarrollo de un material intitulado "Irradiación de alimentos y protección radiológica", que aborda control de calidad, además de las técnicas y equipamientos utilizados y cuidados con protección al individuo del público al trabajador y al medio ambiente. El público desconoce este campo específico de la ciencia que estudia los efectos biológicos de la radiación en el cuerpo humano y establece límites de dosis compatibles con los demás riesgos presentes en nuestras vidas cotidianas. El público desconoce que el límite de dosis para la población es de sólo  $1 \text{ mSv a}^{-1}$ , mientras que para los trabajadores involucrados con la radiación ionizante los límites anuales son mucho mayores: 20 mSv (promedio en 5 años) o hasta 50 mSv en un solo año. Este material tiene por objetivo llevar al conocimiento del público cuestiones pertinentes a la protección radiológica y la certeza de que la técnica de irradiación de alimentos está sujeta a recomendaciones internacionales y a la legislación nacional para garantizar la protección y seguridad de las fuentes radiactivas de los trabajadores, del individuo del público y del medio ambiente.

### **3. CONSIDERACIONES FINALES**

Abastecimiento de alimentos, calidad nutricional y seguridad alimentaria son algunas de las grandes cuestiones brasileñas. Muchos alimentos se deterioran rápidamente a causa de insectos, bacterias y hongos. En varios países del mundo, muchos investigadores se dedican a investigaciones sobre la irradiación de alimentos. La irradiación de alimentos es un proceso que ayuda en la conservación y desinfección de los alimentos, eliminando insectos y reduciendo significativamente la carga microbiana y los organismos patógenos a la salud humana. Además, el proceso de irradiación de alimentos previene el brote, retardando la maduración de frutas, hortalizas y legumbres, prolongando la vida útil de los alimentos.

Sin embargo, la población desconoce el tema y clama por más información. Diversas investigaciones en el público demuestran que el conocimiento sobre las cuestiones legislativas nacionales e internacionales tiende a aumentar la confiabilidad en el proceso, así como los sellos de calidad son, en el más de las veces, indicadores de seguridad para el consumidor.

En efecto, en Brasil, la cuestión de la irradiación de alimentos es establecida por la RDC n°21 de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), que rectifica y regula el uso de las radiaciones en los alimentos, garantizando que tanto las aplicaciones para efecto fitosanitario, como las dedicadas a la disminución de la carga microbiana, no afecten significativamente las características sensoriales o el valor nutricional de los alimentos. Es un proceso seguro para el consumidor, ya que no deja residuos en el alimento y puede ser realizado después del

alimento ya embalado, evitando el riesgo de recontaminación durante los procesos de transporte o almacenamiento.

Además de los beneficios para la salud del consumidor, la técnica de la irradiación de alimentos trae consigo beneficios tangibles para la economía nacional, ya que prolonga el tiempo de estante de los alimentos, evitando pérdidas y desperdicios. En lo que se refiere al mercado externo, Brasil es un gran exportador de alimentos, como la naranja y el plátano, entre otros. Los acuerdos bilaterales implican la eliminación de plagas extranjeras a otras naciones y productos en no conformidad con las exigencias internacionales acaban por ser vetados, retenidos, devueltos o destruidos, ocasionando grandes pérdidas económicas. Esta técnica, practicada y aceptada en muchos países, no es difundida entre la población brasileña. Gran parte de la población, perteneciente a los más diversos niveles socio-económico-culturales, no tienen claros los conceptos de alimento irradiado y alimento radiactivo. Algunos fabricantes que utilizan alimentos irradiados evitan la palabra "irradiación" que puede desalentar al consumidor, prefiriendo, por ejemplo, decir "esterilización en frío". Se observa claramente que la aceptación pública es negativa y la población, en el más de las veces, desinformada.

Este trabajo propone la disseminación de la información para las nuevas generaciones, combatiendo la fragmentación de la información, la descristalización de prejuicios y el fortalecimiento de la opinión pública con relación a esta técnica que ya es ampliamente utilizada y desde hace años sinónimo de seguridad alimentaria en muchos países [7]. Es nuestra intención, en un segundo momento, traducir todo el material para el idioma español y hacer de este trabajo una referencia para los países de América Latina.

#### **4. AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el apoyo financiero del Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares - IPEN-CNEN/SP., a la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico (CNPq), a todos también por su incentivo científico al desarrollo de esta investigación.

#### **5. REFERENCIAS**

[1] "Global Public Opinion on Nuclear Issues and the IAEA Final Report from 18 Countries" International Atomic Energy Agency [http://www.iaea.org/Publications/Reports/gponi\\_report2005.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Reports/gponi_report2005.pdf) (2005).

[2] "Opposition to Nuclear Energy Grows: Global Poll", BBC World Service. [http://www.globescan.com/images/images/pressreleases/bbc2011\\_nuclear\\_energy/bbc2011\\_energy.pdf](http://www.globescan.com/images/images/pressreleases/bbc2011_nuclear_energy/bbc2011_energy.pdf) (2011)

[3] "Public Attitudes to Nuclear Power", Nuclear Energy Agency; Organization for Economic Co-operation and development. <http://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6859-public-attitudes.pdf> (2010).

[4] "FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura" <https://nacoesunidas.org/agencia/fao/> (2017)

[5] “ICT Households and Enterprises 2013: Survey on the Use of Information and Communication Technologies in Brazil”, Brazilian Internet Steering Committee. [http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_DOM\\_EMP\\_2013\\_livro\\_eletronico.pdf](http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_DOM_EMP_2013_livro_eletronico.pdf) (2014)

[6] "2014 ICT households survey - Survey on the use of Information and Communication Technologies in Brazilian Households", Brazilian Internet Steering Committee. [http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_Domicilios\\_2014\\_livro\\_eletronico.pdf](http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Domicilios_2014_livro_eletronico.pdf) (2015)

[7] Levy, D. , Villavicencio, A. “Web-Based Tools to Increase Public Understanding of Nuclear Technology and Food Irradiation”. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index; *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, **Vol 11(1)**, pp 70 – 74 (2017).