

# THE ENERGY AS A TOOL OF DEVELOPMENT IN RURAL AREAS NOT INTERCONNECTED

## LA ENERGÍA COMO UNA HERRAMIENTA DE DESARROLLO EN ZONAS RURALES NO INTERCONECTADAS

Recibido: 22 de mayo 2014 - aceptado: 15 de septiembre 2014

**Yony Fernando Ceballos.<sup>1</sup>**  
Universidad de Antioquia

**José Javier Aguilar Zambrano.<sup>2</sup>**  
Universidad Nacional de Colombia.

**Jorge Robledo Velásquez.<sup>3</sup>**  
Universidad Nacional de Colombia.

### Keywords:

Technological capacities,  
technological learning,  
rural communities,  
energizing of not  
interconnected zones

### Abstract

In Colombia, as other developing countries, the communities belonging to rural not interconnected zones are vulnerable; The poor educational level, limited access to public services and the deficient exploitation of the natural resources has prevented the correct social and technological development of the same ones, making every time greater the person's exodus in urban centers, in search of not guaranteed opportunities. Different kind of efforts has been realize to break through the situation, with the compromise of government bodies and of the same communities involved, searching a social and human development. However, the results of that efforts are variety and not always the best, considering the level of ownership and maintenance of the technologies themselves, moreover of the conflict that afflicts these rural stocks.

### Palabras clave:

Capacidades tecnológicas,  
aprendizaje tecnológico,  
comunidades rurales,  
energización de zonas no  
interconectadas

### Resumen

En Colombia, como en otros países en desarrollo, las comunidades pertenecientes a zonas rurales no interconectadas son vulnerables; el escaso nivel educativo, el poco acceso a servicios públicos y la deficiente explotación de los recursos naturales ha impedido el correcto desarrollo social y tecnológico de las mismas, haciendo cada vez mayor el éxodo de personas a centros urbanos, en búsqueda de oportunidades no garantizadas. Diferentes esfuerzos se han realizado para superar esta situación, con el compromiso de entidades gubernamentales y de las mismas comunidades para involucradas, buscando un desarrollo social y humano. Sin embargo, los resultados de dichos esfuerzos son diversos y no siempre los mejores, dado el nivel de apropiación y mantenimiento de las tecnologías mismas, además de la conflictividad que aqueja dichas poblaciones rurales.

1. Docente. Ingeniero de sistemas e informática .Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia. Email: yony.cebалlos@udea.edu.co

2. Docente. Ingeniero químico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

3. Docente. Magíster en Sistemas de Generación de Energía Eléctrica .Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

\* Este artículo es producto del proyecto de tesis de maestría titulado: La energía como una herramienta de desarrollo en zonas rurales no interconectadas

## I. INTRODUCCIÓN

Más del 25% de las personas que componen los países del mundo viven en comunidades rurales y un alto porcentaje de las mismas vive en condiciones de extrema pobreza, ya que no cuentan con servicios básicos, como son la energía, salud, educación entre otros [1]. Estas comunidades se ven obligadas a explotar los recursos naturales circundantes para suplir diversas necesidades básicas. En las zonas aisladas o no interconectadas de Colombia viven alrededor de 1'524.304 habitantes, 4% del total nacional, de los cuales el 12,4% reside en las capitales departamentales y cabeceras municipales, y el 88% en los centros y áreas rurales. Estas zonas tienen una densidad promedio de 2 hab/Km<sup>2</sup>, y ocupan alrededor del 66% del territorio nacional (UPME, 2000).

Normalmente en estas regiones se explota como combustible la biomasa (carbón y leña) ya que es de fácil recolección, pero tal hecho acarrea un deterioro ambiental, disminuyendo en el capital natural de la comunidad [9,2]. Otras de las soluciones orientadas a mitigar estas necesidades han sido abordadas, pero son basadas en combustibles fósiles, tales como gasolina y derivados, los cuales resuelven parcialmente el problema, ya que no pueden ser empleados en iluminación y conservación de alimentos, además de ocasionar una disminución en la calidad del medio ambiente y, a largo plazo, incrementan el costo de vida de los habitantes de la región. No obstante, la energía eléctrica es considerada un medio de desarrollo [1], [3], ya que trae consigo diversas formas de uso y explotación, activando la economía de una región, posibilitando procesos educativos y permitiendo que las personas afiancen sus grupos sociales. Todo esto es considerado desarrollo. Pero acerca del proceso mismo de aprendizaje, la creación de conocimiento a través de la misma, los cambios en comportamientos y la forma de utilización y explotación, es algo que merece estudios que identifiquen que características son más relevantes al momento de evaluar el proceso de aprendizaje y el estado de una comunidad [4]. A tal fin, la gestión tecnológica involucra y hace explícitos las necesidades y los procesos de aprendizaje de las comunidades, las necesidades, fortalezas y la forma en que se acumula el conocimiento a través de la energía, propiciando un desarrollo sostenible a través del tiempo. Para analizar este problema desde un enfoque holístico [5], el pensamiento sistémico y más específicamente la

dinámica de sistemas, reúne todas las características necesarias y sus relaciones correspondientes, permitiendo la identificación de los problemas más significativos, la evaluación de políticas y la simulación del comportamiento de las mismas a través del tiempo.

## II. LA PERSPECTIVA SISTÉMICA

El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y acción, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera inconexa [6].

El pensamiento sistémico aparece formalmente hace unos 45 años atrás, a partir de los cuestionamientos que desde el campo de la Biología hizo Ludwing Von Bertalanffy [5], quien cuestionó la aplicación del método científico en los problemas de la Biología, debido a que éste se basaba en una visión mecanicista, que lo hacía débil como esquema para la explicación de los grandes problemas que se dan en los sistemas vivos.

Este cuestionamiento llevó a plantear un reformulamiento global en el paradigma intelectual para entender mejor el mundo que nos rodea, surgiendo formalmente el paradigma de sistemas [7].

El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como "sistema", así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido [4]. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo.

Bajo la perspectiva del enfoque de sistemas la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su "realidad" es producto de un proceso de co-construcción entre él y el objeto observado, en un espacio-tiempo determinados, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque tradicional, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose

claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí [8]. La consecuencia de esta perspectiva sistémica, fenomenológica y hermenéutica es que hace posible ver a la organización ya no como que tiene un fin predeterminado, como lo plantea el esquema tradicional, sino que dicha organización puede tener diversos fines en función de la forma cómo los involucrados en su destino la vean, surgiendo así la variedad interpretativa. Estas visiones estarán condicionadas por los intereses y valores que posean dichos involucrados, existiendo solamente un interés común centrado en la necesidad de la supervivencia de la misma.

Así, el pensamiento Sistémico plantea una visión inter, multi y transdisciplinaria que ayudará a un análisis integral, que permite identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas que tiene una zona rural, sus múltiples causas y consecuencias. Así mismo, viendo a la éstos como un ente integrado, conformados por partes que se interrelacionan entre sí a través de una estructura que se desenvuelve en un entorno determinado, se estará en capacidad de poder detectar con la amplitud requerida tanto la problemática, como los procesos de cambio que de manera integral, es decir a nivel humano, de recursos y procesos, serían necesarios de implantar en la misma, para tener un crecimiento y desarrollo sostenibles y en términos viables en el tiempo.

A continuación, se presentan los elementos que hacen que este problema sea un modelo integrador, entre la gestión tecnológica y medios de vida sostenibles.

### III. MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES

Medios de Vida Sostenibles [MVS] es una metodología que permite pensar acerca de las metas, posibilidades y prioridades del desarrollo para acelerar el progreso en la erradicación de la pobreza. Los MVS permiten que se definan mecanismos institucionales que permitan que las personas que están presentes en una comunidad logren hacer exitosa una decisión y las estrategias que hacen posible que las personas que están en difíciles condiciones de vida tengan mejores condiciones. La teoría de los Medios de Vida se centra principalmente y por encima de todo en las personas [9]. Su objetivo consiste en lograr una comprensión precisa y realista de los puntos fuertes de los pueblos (activos o dotaciones de capital) y de su lucha por convertir éstos en logros positivos en materia de Medios de Vida [9].

El DFID (Department for international development) ha planteado este marco metodológico, el cual afronta el problema del desarrollo de las poblaciones menos favorecidas. Este marco está compuesto por diferentes objetos, que permiten un enfoque holístico del problema, ya que descompone todas las comunidades en cinco capitales:

- Capital humano
- Capital social
- Capital natural
- Capital físico
- Capital financiero

El enfoque de medios de vida sostenible evalúa cada una de las componentes de los capitales, haciendo desagregación de las características inherentes a las comunidades.

Esta teoría está fundamentada en la creencia de que los pueblos requieren de una amplia gama de activos para lograr resultados positivos en materia de medios de vida. No existe una única categoría de activos que por sí misma baste para alcanzar los múltiples y variados objetivos que persiguen los pueblos. Esto es así sobre todo en el caso de las poblaciones menos favorecidas, que tienen un acceso muy limitado a cualquier categoría de activos. Como resultado de esto, se ven obligadas a buscar el medio de alimentar y combinar los escasos activos que poseen de una forma innovadora para asegurarse la supervivencia [9].

Las comunidades rurales aisladas están compuestas por personas que normalmente no poseen amplios conocimientos técnicos y/o tecnológicos, los cuales hacen que la implementación de una política de energización en dichas comunidades fracase, si no se implementan las metodologías apropiadas para el acompañamiento de la opción energética. Es allí donde se hace pertinente el análisis de medios de vida en conjunto con la gestión tecnológica, que se describe en la siguiente sección

### IV. GESTIÓN TECNOLÓGICA

La gestión tecnológica es la actividad organizacional mediante la cual se define e implanta la tecnología necesaria para lograr los objetivos y metas del negocio en términos de calidad, efectividad, adición de valor y competitividad.

Cuando se habla de tecnología, existen varios términos

asociados a ella que le imprimen diferentes connotaciones, dependiendo de su origen, su importancia relativa o la forma en la que se encuentra representada.

Puede hablarse, por ejemplo de:

- Tecnología dura: la que se considera incorporada a máquinas, equipos, plantas de proceso, etc.
- Tecnología blanda: la que se refiere a metodologías, procedimientos, estilos de administración, etc.
- Tecnología incorporada: la que se encuentra haciendo parte de un equipo o máquina.
- Tecnología desincorporada: la que se encuentra descrita en documentos tales como planos, manuales, patentes, etc.
- Tecnología medular: la que se considera central, indispensable o crítica para un negocio en particular.
- Tecnología complementaria: la que no se considera medular, pero que se requiere para lograr los objetivos de un negocio específico.

Orientado a una comunidad, la gestión tecnológica pretende identificar las capacidades necesarias que debe tener una comunidad para lograr manipular de manera adecuada y eficiente la tecnología asociada a la incorporación de opciones energéticas.

No siempre es fácil saber qué de lo que posee una empresa es tecnología, y aún más difícil clasificarla dentro de uno de los grupos descritos anteriormente. Puede existir la tendencia a confundir la tecnología con el producto que comercializa o la función que desempeña [10].

TABLA I CAMBIOS EN LOS CAPITALES, DADA UNA NUEVA TECNOLOGÍA

Meses	Capital Humano	Capital Social	Capital Físico	Capital Natural
0	0,2	0,2	0,2	0,3
12	0,32	0,26	0,26	0,3
24	0,36	0,32	0,32	0,3
36	0,41	0,38	0,38	0,3
48	0,47	0,44	0,44	0,3
60	0,55	0,51	0,51	0,3
72	0,62	0,63	0,63	0,32
84	0,70	0,74	0,74	0,38
96	0,85	0,86	0,86	0,44
108	0,90	0,97	0,97	0,5
120	0,94	0,99	0,99	0,56

Por otro lado, la existencia de tales capacidades y

procesos de aprendizaje debe estar potenciada por la presencia de factores habilitadores de la tecnología, de tipo cultural y/o paradigmático, que hacen que la tecnología tenga sentido para la organización, de cara al logro de los objetivos mutuamente reconocidos [11]. A la existencia y efecto de tales factores obedece la importancia que significa para la comunidad el valor agregado proporcionado por la tecnología energética, con su consecuente impacto percibido sobre los capitales comunitarios.

Cuando se describe la gestión tecnológica, normalmente se mencionan algunas actividades tales como:

- Apropiación
- Mejoramiento
- Innovación

En cada una de ellas está implícito el aprender por parte de las personas que componen la comunidad. Frecuentemente, los entes decidores aprueban inversiones en tecnología, sin tener en cuenta que deben estar acompañadas con inversiones no menos importantes en el proceso de asimilación de la misma. Esto implica crear las condiciones apropiadas para que las personas y técnicos conozcan, entiendan y aprendan a utilizarla de la manera más productiva. Cuando no se da la suficiente atención a este asunto, es decir, cuando se pasa por alto que se trata de un proceso de transferencia de conocimiento, la tecnología adquirida (equipos) es subutilizada o mal utilizado y la utilización eficiente no mejora y en algunos casos, hasta empeora [12], [13].

La absorción de nuevas tecnologías en zonas rurales aisladas está sujeta a las condiciones sociales, humanas y físicas de la región. La identificación de grupos étnicos y sociales, instituciones presentes e infraestructura social, hace más difícil la cuantificación de dichas capacidades. Haciendo un símil con una empresa, las capacidades tecnológicas se entienden como la habilidad de las componentes de realizar cambios estructurales y el proceso de propagación de los mismos al interior de la empresa. Los nuevos procesos, nuevos productos son las manifestaciones de novedad en la empresa, y la apropiación de los mismos al interior del grupo humano que labora en la misma define las capacidades al cambio [4].

Debido a que los grupos sociales actualmente se ven obligados a permanecer en ambientes de desarrollo, el

nivel en que se localiza el entorno de productividad es uno de los criterios en los que más debe fijarse cada decisor para construir lógicamente sus propósitos u objetivos, de acuerdo al objetivo de la comunidad. Dicho criterio en un entorno de industrialización en el que la comunidad debe estar atenta a dos factores principales, tales como el aprendizaje y la utilización correcta de la tecnología. Estos factores son cruciales a la hora de hablar de sostenimiento, ya que estas deben velar por el cumplimiento de la aplicación de una adecuada variable tecnológica, un aumento de la calidad social y mejores servicios, además de una mayor productividad dentro de sus procesos básicos. El establecimiento de este tipo de variables es una meta a la cual deben llegar las empresas con el fin de fomentar procesos de innovación, y permitir así la gestión de tecnología en cada proceso.

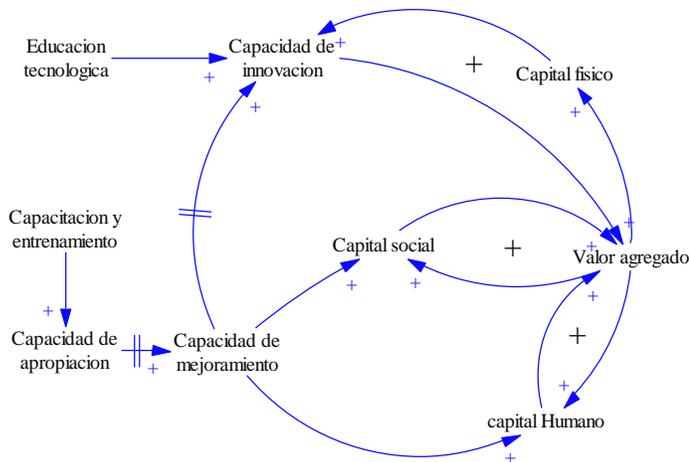


Figura 1: Capacidades tecnológicas.

La generación de tecnología social es un elemento en el que se da a conocer la necesidad de adoptar manifestaciones físicas para que la tecnología se adecue correctamente a los criterios de utilización los cuales son objetivos que pretende la tecnología misma. Por lo tanto, la asimilación, adopción, adaptación, selección y reconfiguración tecnológica son los procesos que deben ser analizados y cuantificados, en busca de medir las capacidades tecnológicas de una empresa o grupo humano.

Para analizar de manera holística este problema, se construye un modelo de dinámica de sistemas, el cual permitirá comprender el comportamiento de la comunidad desde la perspectiva de la Gestión Tecnológica. Para ello se identificarán y relacionarán los componentes del sistema. El modelo permitirá identificar las capacidades requeridas, definir los

recursos, los procesos de aprendizaje y otras condiciones necesarias para acumular dichas capacidades y valorar el efecto de la acumulación de capacidades en los capitales de la comunidad.

## V. MODELADO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LA INCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS

### A. Modelo lógico

La dinámica de sistemas, como herramienta de simulación, ha permitido la elaboración del modelo causal de la figura 1.

En este diagrama causal, se presenta la siguiente dinámica:

- Dado que la capacitación y entrenamiento (entendida como capacitación en manejo de la alternativa energética), es labor de los entes gubernamentales, es una variable exógena en el modelo. Después de seleccionar la mejor alternativa y capacitar a las personas de la comunidad, se presenta un incremento en la capacidad de apropiación y después de un periodo de tiempo, un incremento en la capacidad de mejoramiento, entendida como la habilidad de las personas en utilizar la energía de una manera que permita el incremento de capital social, entendido como el aumento de grupos humanos, incremento en el capital social como ventajas educativas y dado un retardo de tiempo, la generación de innovación entendida como cambios sustanciales en la generación y uso de la energía.
- Dado que los capitales social y humano permiten la generación de valor agregado, entendido como un mejor uso de la tecnología energética, la posibilidad de mejoramiento en tecnologías productivas y espacios para el esparcimiento, se puede considerar que este valor agregado, incrementa los capitales humano y social.
- Para la innovación, es necesario que las personas de la comunidad hallan aprendido eficazmente a manipular la tecnología, además de la inclusión de conocimientos tecnológicos externos, esto aumente el valor agregado de la tecnología, el cual, a su vez incrementa el capital físico, dada la sustitución de biomasa (leña y carbón) por la alternativa energética, generándose un círculo virtuoso, que incrementa las posibilidades de desarrollo de la región.

## VI. RESULTADOS

Se emplea Vensim® para el proceso de simulación. Todas las variables que se utilizaron en el modelo funcional, se definieron como adimensionales, ya que los capitales de Medios de Vida Sostenibles, son indicadores. Además, las capacidades tecnológicas dadas sus características, también se tienen como un conglomerado de acciones que fundamentan un indicador.

Los resultados obtenidos se presentan para una simulación a diez años. Los cambios en los capitales se presentan en la Tabla I.

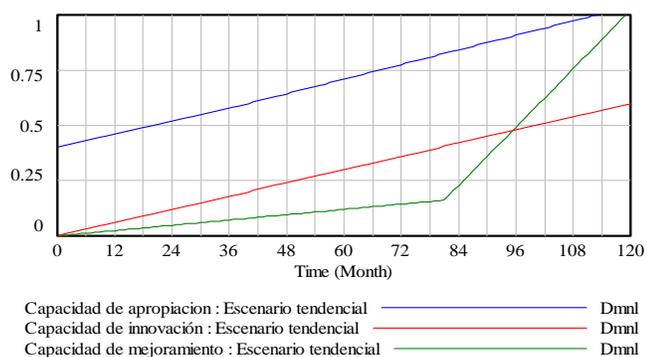


Figura 2: Evolución de las capacidades tecnológicas.

Como se puede observar, el proceso de incremento en los capitales de la comunidad es lento, ya que diez años es una franja de tiempo considerable, además, no se ha tenido en cuenta los posibles problemas asociados con la conflictividad de las zonas y el factor de complejidad de manejo de la tecnología se ha incluido con unos valores muy bajos.

Los capitales evolucionan como se muestra en la figura 2, los cuales tienen un crecimiento constante, a diferencia de la capacidad de mejoramiento, que presenta un salto de tendencia considerable, al momento de hacerse posible diversos procesos de innovación, dado un mejor uso de la tecnología o un posible cambio sustancial en la forma en la cual se genera la misma.

Los resultados que se presentan en el modelo corresponden a la evolución de una localidad hipotética, ya que la fase de desarrollo del modelo, no incluye aun datos reales, pero se tiene en cuenta la evolución tendencial de unas comunidades del área rural de África [14], y de unas localidades analizadas en Colombia [15], [16], [17], las cuales lograron un sostenimiento de la tecnología de manera viable en el tiempo.

## VII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La tecnología energética es considerada como un polo de desarrollo en cualquier comunidad rural [3], [18]. La cobertura en servicios es impulsadora de procesos que incrementan los capitales, ya sea por creación de grupos humanos, o de capacitación y entrenamiento, haciendo que haya una mayor cohesión y consolidación de la comunidad.

Como trabajos futuros, se sugiere la validación del mismo mediante datos reales y la posibilidad de flexibilizar el modelo para que sea pertinente en múltiples escenarios entendidos como localidades específicas, de manera que sea una herramienta de decisión útil a diversos entes, ya sean gubernamentales o sociales.

## REFERENCIAS

- [1] BID, Banco Interamericano de Desarrollo. "Estrategia para la reducción de la pobreza rural". Washington, D.C. Junio 1998.
- [2] F. Henao, "Modelo de toma de decisiones multiobjetivos en energización de ZNI, como herramienta para el alcance de MVS". Tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2005.
- [3] J. Goldenberg, "World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability, United Nations Development Program, United Nations Department of Economic and Social Affairs." World Energy Council, New York, 2000.
- [4] F. Howitzvej, "Absorptive capabilities in industrial districts: the role of knowledge creation and learning and boundary spanning mechanisms". Copenhagen Business School. Department for Industrial Economics and Strategy. Denmark 2000.
- [5] L. V. Bertalanffy, "Teoría general de sistemas". 1971
- [6] K. Popper, "La lógica de la investigación científica" España: Tecnos, -1985.
- [7] J. Sterman, "Business Dynamics. Systems thinking and modeling for a complex world". McGraw-Hill. EE UU. 2000.
- [8] F. Capra, "Las conexiones ocultas: implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo". España, Editorial Anagrama, 2003
- [9] DFID, Department For Internacional Development. "Guías Sobre Medios de Vida Sostenibles MVS". En línea.
- [10] T. Gergana, "The Concept and the Reconceptualization of Absorptive Capacity- Recognizing

the Value” Scuola de Direzione dell’Universita Bocconi. September 2003.

[11] A. Inkpen, “Social capital, networks, and knowledge transfer “Thunderbird and Nanyang Business School. 1999.

[12] J. Robledo, J. Aguilar, F. Ceballos, “Especificación de capacidades tecnológicas para la absorción de tecnologías energéticas en comunidades rurales aisladas” XI seminario de gestión tecnológica. 2005.

[13] L. Sanjaya, “Technological capabilities and industrialization”. *World development*, vol 20(2). 1992.

[14] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.

[15] RESURL II. “Seminario taller sobre la energización rural en zonas no interconectadas y medios de vida sostenible”. Medellín, Colombia. 2004.

[16] RESURL. “Renewable Energy for Sustainable Rural Livelihoods”.

<http://www.env.ic.ac.uk/research/epmg/resurl/> En línea. Consultado octubre 2005.

[17] V. Viveros, “proyecto de construcción de redes eléctricas, vereda Vitoyo. Municipio de Jambaló, Cauca.” Centro de documentación IPSE. Bogota. 2001.

[18] M. I. Howells, T. Alfstad, N. Cross, L.C. Jetha “Rural energy modelling” Energy Research Institute, (Department of Mechanical Engineering) University of Cape Town, Private Bag, Rondebosch 7701, South Africa. 2002