

**Ciência,
Tecnologia e
Inclusão Social
para o MERCOSUL**



**Edição 2006 do
Prêmio MERCOSUL de Ciência e Tecnologia**

Os autores são responsáveis pela escolha e apresentação dos fatos contidos neste livro, bem como pelas opiniões nele expressas, que não são necessariamente as da UNESCO, nem comprometem a Organização. As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo deste livro não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO a respeito da condição jurídica de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, nem tampouco a delimitação de suas fronteiras ou limites.

Ciência, Tecnologia e Inclusão Social para o MERCOSUL

REALIZAÇÃO



Organização
das Nações Unidas
para a Educação,
e Ciência e a Cultura

Representação
de UNESCO
no Brasil

RECyT



PATROCÍNIO

PETROBRAS

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Conselho Editorial da UNESCO no Brasil

Vincent Defourny
Bernardo Kliksberg
Juan Carlos Tedesco
Adama Ouane
Célio da Cunha

Comitê para a Área de Ciências Naturais

Ary Mergulhão Filho
Bernardo Brummer
Celso Schenkel

Coordenador editorial: Célio da Cunha

Assistente editorial: Larissa Vieira Leite

Revisão: Reinaldo Lima Reis e Fernando Campos Leza

Revisão Técnica: Jeanne Sawaya

Diagramação: Fernando Brandão

Projeto Gráfico: Edson Fogaça

© UNESCO, 2007

Ciência, tecnologia e inclusão social para o Mercosul: edição 2006 do Prêmio Mercosul de Ciência e Tecnologia. – Brasília : UNESCO, RECyT/Mercosul, MCT, MBC, Petrobras, 2007.

208p.

BR/2007/PI/H/7

1. Prêmios – Ciência – Tecnologia – Integração Social – Mercosul 2. Difusão Tecnológica – Ciência – Integração Social – Mercosul – Prêmios 3. Inovação Científica – Tecnologia – Integração Social – Prêmios – América do Sul 4. Integração Social – Ciência – Tecnologia – Mercosul – Prêmios 5. Tecnologia – Ciência – Integração Social – Mercosul – Prêmios 6. Ciência – Tecnologia – Integração Social – Mercosul – Prêmios 7. Mercosul – Ciência – Tecnologia – Integração Social – Prêmios I. UNESCO II. Movimento Brasil Competitivo III. BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia III. Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología del Mercosur

CDD 600

SUMÁRIO

Agradecimientos	7
Abstract	9
Prêmio Mercosul de Ciência e Tecnologia – Chamada 2006	11
El llantén, una planta mágica	17
1. Resumen	17
2. Introducción	18
3. Desarrollo	20
4. Actividades	21
5. Resultados obtenidos	22
6. Distribución del llantén en el noa	24
7. La concreción de nuestro proyecto y la realización de los caramelos y la crema de llantén	30
8. Conclusiones y comprobación de hipótesis	35
9. Proyección	37
10. Agradecimientos	37
11. Bibliografía	38
Geração de renda em áreas de Mata Atlântica: a experiência do manejo sustentável da samambaia-preta	43
1. Resumo	43
2. Introdução	44
3. Objetivos	47
4. Metodologia	48
5. Resultados e discussão	50
6. Referências bibliográficas	63
Potabilización de agua por tecnologías económicas en zonas rurales aisladas del Mercosur	69
1. Resumen	69
2. El problema del agua en América Latina	70
3. Las tecnologías propuestas	72
4. Resultados obtenidos	75
5. Aspectos sociales del proyecto	89
6. Conclusiones generales	91
7. Agradecimientos	92
8. Referencias	93

Kit de automação para cadeira de rodas	99
1. Resumo	99
2. Apresentação do projeto	100
3. Objetivos	100
4. Justificativa	101
5. Metodologia	102
6. Projeto de comercialização	102
7. Conclusão	121
8. Cronograma de atividades	122
9. Referências bibliográficas	123
Projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária: uma proposta metodológica e um relato de experiência	127
1. Resumo	127
2. Introdução	128
3. Problematização	130
4. Metodologia	133
5. Principais resultados – a experiência da ITCP-UFPR na elaboração de projetos de viabilidade econômica: o caso do grupo de panificação de Contenda	140
6. Considerações finais	144
7. Referências	146
8. Anexos	147
Prevenición y control de patologías apícolas mediante sustancias naturales, herramienta útil de pequeños productores	153
1. Resumen	153
2. Introducción	154
3. Materiales y métodos	156
4. Resultados y discusión	165
5. Conclusión	170
6. Bibliografía	171
Educação em dia com a modernidade	179
1. Resumo	179
2. Introdução	180
3. Inclusão digital em nova era	181
4. Inclusão digital e a educação	182
5. Modalidades de uso da tecnologia na educação	187
6. Tecnologia na educação e a transferência de poder para o aprendiz	188
7. Inclusão digital: desafios maiores que as simples boas intenções	190
8. Inclusão digital: cada vez mais no centro da inclusão social	192
9. Referências bibliográficas e eletrônicas	196
Nota sobre os autores	199
Nota sobre os membros da comissão de avaliação	203

AGRADECIMENTOS

À Comissão de Avaliação dos trabalhos concorrentes ao Prêmio constituída de representantes indicados pelas coordenações da Reunião Especializada de Ciência e Tecnologia – RECyT de cada país-membro do Mercosul, que esteve reunida no escritório da UNESCO, em Brasília, no período de 14 a 18 de maio de 2007 para analisar e selecionar os trabalhos premiados em três categorias.

Ao grupo técnico constituído por especialistas pertencentes às instituições organizadoras e patrocinadora do Prêmio.

Ao Movimento Brasil Competitivo – MBC, parceiro na organização e execução desse Prêmio, e ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e à Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, patrocinadores do Prêmio Mercosul de Ciência e Tecnologia de 2006.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse Prêmio.

Comissão de Avaliação:

- Professor Célio da Cunha, presidente da Comissão, UNESCO/Brasil
- Professor Pedro Lamberti, representante da RECyT/Argentina
- Professora Irma Passoni, representante da RECyT/Brasil
- Professora Ana Paula Macedo Soares, representante da RECyT/Brasil
- Professor Jaime Jara, representante da RECyT/Paraguai
- Professor Enrique Grünhut, representante da RECyT/Uruguai
- Professor Raul J. Estevez L., representante da RECyT/Venezuela

Grupo Técnico da Comissão de Avaliação:

- Aline de Marco, UNESCO/Brasil
- Ary Mergulhão Filho, UNESCO/Brasil
- Bernardo Brummer, UNESCO/Brasil
- Cláudio de Jesus Oliveira, Petrobras/Brasil
- Denise Gorfinkiel, UNESCO-ORCYT/Uruguai
- Eliana Emediato, MCT/Brasil
- Fábio Eon, UNESCO/Brasil
- Lenart P. do Nascimento Filho, Petrobras/Brasil
- Maria Teresa Shaudeman, MCT/Brasil
- Mariane Schuch, MBC/Brasil
- Michele Knop, UNESCO/Brasil
- Rafaela Marques, UNESCO/Brasil
- Roberta da Silva, UNESCO/Brasil
- Tatiana Ribeiro, MBC/Brasil

ABSTRACT

The Mercosur's Science and Technology Award was established in 1998 by the Science and Technology Specialised Meeting – RECyT / Mercosur. The call for submission was launched on the 8th of August of 2006, with partnership from UNESCO and MBC (Brazilian Competitive Movement) and sponsorship from Petrobras (Brazilian Petroleum S.A.) and MCT (Brazilian Ministry of Science and Technology). The goal of the Award is to recognise and give prizes to the best pieces of work from researchers that represent potential contribution for scientific and technological development of Mercosur's countries. It also provides incentives for scientific and technological research to be carried out, directed at the regional integration process amongst the countries in the Block. In 2006, *Social Inclusion Technologies* was chosen as the topic and it has three categories: *Scientific Initiation* (new category) for students of upper secondary education, *Young Researcher* for graduated scholars up to 35 years of age and *Integration* for teams that have graduated, with no age limit and involving at least two different countries. This book presents work that won the Award in the three categories, all received Honours in each category and Participation Merit in the *Scientific Initiation* category. The published papers range from medicinal plant principles studies to the discussion of an economical way of water purification for the supply of isolated cities.

PRÊMIO MERCOSUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA CHAMADA 2006

O Prêmio foi criado pela Reunião Especializada em Ciência e Tecnologia – RECyT/Mercosul em 1998, inicialmente chamado Prêmio Mercosul para Jovens Pesquisadores, com o objetivo de reconhecer e premiar os melhores trabalhos de jovens pesquisadores que representem potencial contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico dos países-membros; incentivar a realização de pesquisa científica e tecnológica orientada para o Mercosul; e contribuir para o processo de integração regional entre os países do Bloco, mediante incremento na difusão das realizações e dos avanços no campo do desenvolvimento científico e tecnológico no Mercosul.

Até o ano 2000, somente para Jovens Pesquisadores, foram lançadas duas chamadas: em 1998, com o tema Alimentos, 20 trabalhos foram recebidos; em 2000, com o tema Meio Ambiente – Tecnologias Limpas, um total de 19 trabalhos foi recebido.

A partir da chamada de 2004, o Prêmio passa a contar com a parceria da UNESCO com a denominação de Prêmio Mercosul de Ciência e Tecnologia contemplando duas categorias: Jovem Pesquisador, até 35 anos de idade, e Integração, para equipe de pesquisadores sem limite de idade, envolvendo pelo menos dois países-membros. Essa chamada contemplou o tema Energia e, com maior esforço de divulgação, recebeu 44 trabalhos.

A chamada de 2006 abordou o tema Tecnologias para Inclusão Social e contou com o patrocínio da Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil – MCT, apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO e do Movimento Brasil Competitivo – MBC. A participação dessas organizações é consoante com deliberação da RECyT, que busca agregar, progressivamente, empresas e outras entidades que fomentem o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação na região.

Além das categorias Jovem Pesquisador e Integração, essa chamada contemplou a categoria Iniciação Científica, voltada para alunos do ensino médio e ainda efetivou a participação dos países associados em todas as categorias.

Com esse novo formato, foram recebidos 305 trabalhos – 53 na categoria Iniciação Científica, 145 Jovem Pesquisador e 107 Integração – número sete vezes superior à chamada de 2004. Esses trabalhos envolveram 644 pesquisadores da Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai, Venezuela assim como da Espanha e da Rússia – residentes em países do Bloco.

Creditamos esse aumento à participação dos países associados juntamente com os países do Bloco e ao patrocínio e apoios recebidos da Petrobras, UNESCO e MBC. A participação dessas organizações permitiu aprimorar o processo de divulgação fazendo com que o conhecimento do Prêmio chegasse a um grande número de instituições de ensino e pesquisadores em todos os países-membros e associados ao Mercosul.

São apresentados, a seguir, os trabalhos premiados nas três categorias.

1º Lugar – CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Trabalho: “El llantén, una planta mágica”

Autores: Paula Maria Pedraza, Maria Guadalupe Gómez Alonso, Belén Rodríguez del Busto e Rogélio Navarro Vitar.

1º Lugar – CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR

Trabalho: “Geração de renda em áreas de Mata Atlântica: a experiência do manejo sustentável da samambaia-preta”

Autora: Cristina Baldauf

1º Lugar – CATEGORIA INTEGRAÇÃO

Trabalho: “Potabilización de agua por tecnologías económicas en zonas rurales aisladas del Mercosur”

Autores: Marta Irene Litter, Wilson de Figueiredo Jardim, Miguel Ángel Blesa, Juan Martin Rodriguez, Lorena del Pilar Cornejo Ponce, Maria Cristina Apella e Beatriz Susana Ovruski de Ceballos.

Menção Honrosa – CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Trabalho: “Kit de automação para cadeira de rodas”

Autores: Douglas de Sousa Silveira, Carlos Felipe de Carvalho Júnior e Eduardo Vinícius dos Santos.

Menção Honrosa – CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR

Trabalho: “Projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária: uma proposta metodológica e um relato de experiência”

Autor: Emerson Leonardo Schmidt Iaskio

Menção Honrosa – CATEGORIA INTEGRAÇÃO

Trabalho: “Prevención y control de patologías apícolas mediante sustancias naturales, herramienta útil de pequeños productores”

Autores: Sandra Rosa Fuselli, Susana Beatriz Garcia de la Rosa, Martin Javier Eguaras, Rosália Fritz, Judith Principal e Carlos José Barrios Suarez.

Mérito de Participação – CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Trabalho: “Educação em dia com a modernidade”

Autor: Warley Alves Batista

As entidades patrocinadoras e as que apoiaram essa atividade, MCT e Petrobras, UNESCO e MBC, reafirmam a convicção de que o Prêmio constitui-se em um efetivo instrumento de integração regional.

Informamos que os trabalhos premiados estão reproduzidos nesse livro da mesma forma que foram apresentados pelos autores.

Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras

*Organização das Nações Unidas
para a Educação, a Ciência e
a Cultura – UNESCO*

Movimento Brasil Competitivo – MBC

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA
1º lugar

Nome do trabalho: “El llantén, una planta mágica”

Professor Orientador: Carlos Alejandro de la Cruz Carrió

Ano escolar e nome da escola: 7º ano da escola San Patricio, Tucumán – Argentina

Autores: **Paula Maria Pedraza**, 12 anos, argentina residente na Argentina

Maria Guadalupe Gómez Alonso, 11 anos, argentina residente na Argentina

Belén Rodríguez del Busto, 12 anos, argentina residente na Argentina

Rogelio Navarro Vitar, 12 anos, argentino residente na Argentina

EL LLANTÉN, UNA PLANTA MÁGICA

I. RESUMEN

El estudio del llantén surgió de la duda de cómo se curaban los aborígenes de la Argentina las heridas o algunas infecciones. Para ello se buscó información en libros e Internet, y se descubrió que la hierba más utilizada era esta planta, que además crece de forma natural en el patio de nuestro colegio. Para certificar sus propiedades medicinales se solicitó la ayuda de la cátedra de fitoquímica de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán; para saber su perfil botánico se consultó a los investigadores de la Fundación Miguel Lillo de la Facultad de Ciencias Naturales de Tucumán. Los científicos, tras realizar los estudios correspondientes, confirmaron que el llantén tiene propiedades analgésicas, antimicrobianas, funguicidas, antioxidantes y cicatrizantes, por lo cual podría ser incorporado a preparados farmacéuticos. Posteriormente se dictaron charlas y talleres de preparados farmacéuticos sobre el llantén a los alumnos. Se realizaron trabajos de campo con la recolección del ejemplar, desinfección y preparado alcohólico del mismo. Finalmente se realizaron, bajo la supervisión de una bioquímica y respetando normas de seguridad e higiene, crema y caramelos de extractos obtenidos a partir del llantén en el laboratorio del colegio.

Con este trabajo se pretende revalorizar el antiguo arte de curar a través de productos fitoterapéuticos, como lo es el *Plantago tomentosa Lam*, más conocida en toda la Argentina como llantén. Las propiedades medicinales de esta planta fueron comprobadas también a través de investigaciones realizadas por científicos de distintas partes del mundo (SAMUELSEN, 2000).

La proyección de esta investigación pretende fomentar la elaboración de productos farmacéuticos de llantén con ayuda del gobierno provincial y su distribución gratuita entre la población, garantizando de esta manera la atención primaria de salud en toda la provincia de Tucumán.

2. INTRODUCCIÓN

En el año 2005, mientras los alumnos estudiaban las costumbres de los aborígenes, surgió el interrogante de cómo curaban sus dolencias o heridas de batallas. Se sugirió buscar información al respecto en libros, revistas e Internet. Los datos obtenidos apuntaban casi en su totalidad a la utilización de hierbas medicinales, entre las que se encontraba el llantén.

Esta planta es autóctona del norte argentino y crece en algunas zonas de Tucumán, como Yerba Buena y Tafi Viejo. Por este motivo los niños encararon la investigación con gran entusiasmo.

Los alumnos siguieron los pasos del método científico en todo momento. Primero buscaron el espécimen, lo observaron y luego lo transplantaron al jardín del colegio. Posteriormente se procedió a realizar una planificación botánica y a determinar el perfil químico, para lo cual se consultó a profesionales del área de la UNT.

Situación problemática

¿Es posible realizar crema y caramelos de extractos obtenidos a partir del llantén?

Hipótesis

El llantén tiene propiedades analgésicas, antimicrobianas, antioxidantes y cicatrizantes, por lo que podría ser incorporado a preparados farmacéuticos.

Objetivos generales

Desarrollar preparados farmacéuticos utilizando extractos de hojas de llantén.

Objetivos específicos

- 1) Elaborar crema y caramelos respetando las reglas de higiene y seguridad.
- 2) Aplicar el método científico en todas sus formas y etapas.
- 3) Investigar en diarios, revistas, libros, Internet o cualquier material didáctico sobre el tema.
- 4) Manipular elementos del laboratorio.
- 5) Expresar sus ideas en forma clara y segura durante la exposición oral.
- 6) Generar actitudes de respeto y amabilidad ante profesionales ajenos al colegio.
- 7) Trabajar en forma cordial y en equipo durante toda la investigación.
- 8) Manejar un vocabulario científico.
- 9) Elaborar crema y caramelos respetando las reglas de higiene y seguridad.
- 10) Difundir la investigación y sus resultados a toda la comunidad a través de diferentes medios de comunicación.

La observación es el primer paso del método científico.

3. DESARROLLO

Recursos materiales

Planta de llantén, palas, macetas, elementos de laboratorio, computadoras, diarios y revistas, cámara de fotos, azúcar, miel, cera autoemulsionante, agua destilada, vaselina líquida, recipientes esterilizados, moldes de caramelos, extracto alcohólico de llantén, embudo, tamiz, balanza de precisión, pipeta, cápsula de Petri y una fuente de calor.

Metodología

La metodología se basa en: observación en el laboratorio, deducción e inducción siguiendo los pasos del método científico, participación en la elaboración de hipótesis durante el proceso de observación, expresión oral y escrita, y reflexión e intercambio de ideas.

El primer paso de la investigación fue la observación directa de la planta, que por abundar en los jardines de la zona en general no es tomada en cuenta e incluso se tiende a considerarla una «intrusa» en el césped, reflexión que surgió del intercambio de ideas. Posteriormente se realizó una consulta a pobladores de la zona de edad adulta. Se llegó a la conclusión de que la gente que había vivido en el campo (como es el caso del personal de servicio de algunas casas) sí conocía –a través del saber popular– la existencia de la planta y sus propiedades curativas del dolor de garganta cuando se prepara como una infusión. En base a estas conclusiones se decidió investigar de forma científica sus propiedades reales y, siguiendo los pasos del método científico, se sometió a la planta a estudios botánicos y químicos por parte de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Los docentes de la UNT dictaron clases-taller.

Para clasificar la planta desde un punto de vista botánico las investigadoras consultaron a los profesionales de la Fundación Lillo, y consiguieron determinar el género y la especie de la misma.

Con los resultados obtenidos los alumnos decidieron comenzar el desarrollo de crema y caramelos de llantén. Este proceso estuvo dirigido y controlado en todo momento por los docentes de la UNT.

4. ACTIVIDADES

- Recopilación y organización de información de diferentes fuentes
- Selección de textos y síntesis
- Organización de grupos de trabajo e investigación del material disponible
- Análisis y discusión de los contenidos
- Talleres teóricos-prácticos dictados por los docentes de la cátedra de Fitoquímica de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT
- Observación de diapositivas
- Elaboración y realización de encuestas, cuadros de observaciones, láminas, invitaciones, folletos, carteles y gráficos
- Visita a la Facultad de Ciencias Naturales Miguel Lillo
- Observación de la planta del llantén y siembra en la huerta del colegio.
- Registros fotográficos y compaginación
- Difusión en radio y televisión
- Preparación del stand
- Ensayos

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Perfil botánico del llantén

Para conocer el perfil botánico de la planta las alumnas investigadoras se dirigieron con su docente asesor a las instalaciones de la Cátedra de Taxonomía Vegetal de la Fundación Miguel Lillo perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales de la UNT. Allí se entrevistaron con la doctora Figueroa Romero.

Las alumnas y la voluntaria estudiaron las características del vegetal y de esta manera pudieron establecer el género y la especie.

Alumnas investigadoras visitan la Cátedra de Taxonomía Vegetal de la Fundación Lillo



Hierba perenne, de 10-50 cm altura de raíz pivotante fusiforme, gruesa, de hasta 4 cm de diámetro. Cádex corto, a veces ramificado, de 10-25 mm de longitud (long.) por 15-20 mm de diámetro (diám.). Hojas arrosadas, lanceoladas a elíptico-ovadas, de (2,5-) 6, 0-15 (-20) cm de long. por (0,8-) 4-6 (-8) cm diám. Pubescencia densamente lanosa en ambas caras, limbo acuminado, de borde entero, 5-nervado. Inferiormente angostado en pseudopecíolo. Escapo lanoso, de 18-25 (-28) cm long. Espigas densas en la porción superior y laxas en la inferior, de 3-14 cm long. Brácteas deltoideas lanoso-pubescentes, marginalmente ciliadas, de 1,8-3,2 mm long. por 0,8-1,2 mm diám. Sépalos anteriores obtusos o agudos, con dorso ciliado, de 1,7-2,8 mm long. por 0,9-1,2 mm diám. Lóbulos de la corola erectos o patentes. Filamentos estaminales de 1,8-2,0 mm long.; anteras de 0,4-0,6 mm long.; 3 óvulos. Pixidio con 3 semillas. Semillas de 1,5-2,3 mm long. Cara placentar plana.

Crece en el sur de Brasil y Paraguay, Uruguay, Perú austral, Bolivia, norte y centro de Argentina, llegando hasta el sur de las provincias de Buenos Aires y Mendoza. En Yerba Buena y Tafi Viejo es común en ambientes semihúmedos, soleados y en suelos arenosos y pedregosos, tanto en la zona de llanura como en filos de cerros. En Yerba Buena florece de agosto a noviembre e inmediatamente fructifica. Se propaga a través de semillas.

Nombres vulgares: «llantén», «llantén velludo», *bapúsh mané* (voz vilela, según Martínez Crovetto, 1965), *hanáp lat á* (voz toba, según Martínez Crovetto, 1964), «plan ptrá» (voz araucano-pampa, según Martínez Crovetto, 1968).

Material estudiado: Muestras de llantén recolectadas en Yerba Buena y Tafi Viejo.

Plantago tomentosa Lam: A, planta; B, fragmento de escapo; C, flor de gineceo receptivo; D, ídem, con androceo receptivo; E, ídem, tras la antesis; F, G H e I, vista dorsal, ventral y transporte de semilla respectivamente.

6. DISTRIBUCIÓN DEL LLANTÉN EN EL NOA



Zona donde se encuentra el llantén (*Plantago tomentosa*)

Composición química del llantén (*Plantago Tomentosa Lam*), análisis realizados en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT

- Carbohidratos (azúcares): glucosa, fructosa, ramnosa, xilosa, sacarosa, planteosa, polisacáridos
- Los glucósidos aucubina (0,3-2,5%), catalpol y asperulosido (7) se han encontrado en *Plantago tomentosa*.

Si el llantén no se seca correctamente adquiere un color oscuro. Este color se debe a un polímero de color marrón oscuro que forma la aucubina después de hidrolizarse.

La aucubina también se ha encontrado en *Plantago tomentosa* (8, 12).

- Mucílagos: en una proporción del 6,5%, compuestos por polisacáridos del tipo ramnogalacturonano, arabinogalactano y glucomanano (7).
- Ácidos fenólicos: en *Plantago tomentosa* se han encontrado ácidos p-hidroxibenzoico, siríngico, gentísico, caféico, ferúlico y p-hidroxifenilacético (12, 7)
- Taninos: entre el 0,5% y el 4% en *Plantago tomentosa* (8, 6).
- Flavonoides: presencia de flavonoides como apigenina, luteolina y escutelarina (7).
- Ácido silícico en una cantidad mayor al 1% y sales minerales de potasio y zinc en *Plantago tomentosa* (7).

Además se menciona la presencia de otros compuestos: rutina, taninos, alcaloides, esencias, resinas, esteroides, bases aminadas, compuestos azufrados (10), manitol y sorbitol (15).

- Vitamina: Betacaroteno y ácido ascórbico.

CUADRO I – Varios usos del llantén (*Plantago tomentosa*) en la medicina tradicional (Samuelsen, *Revista de Etnofarmacología*, 2000)

Uso tradicional	Parte de la planta	Referencias
Acceso de cara	Hojas	Nagata (1971), Yesilada et al. (1995)
Acné	Hojas y semillas	Cáceres et al. (1987b)
Desinfectante	Hojas y semillas	Ruiz et al. (1996)
Dermatitis	Hojas	Duckett (1980)
Asma, bronquitis	Hojas y semillas	Zagari y Markov (1992)
Expectorante	Hojas y semillas	Guillén et al. (1997)
Diarrea	Hojas	Ponce-Mancotela et al. (1994)
Gastritis y colitis	Hojas	Mironov et al. (1983)
Infecciones orales	Hojas y semillas	Guillén et al. (1997)
Ulceras	Hojas	Guillén et al. (1997)
Desordenes menstruales	Hojas	Eli Lilly (1998)
Infecciones urinarias	Hojas y semillas	Zagari (1992)
Corazón y circulación Sanguínea	Hojas y semillas	Zagari (1992)
Diabetes	Hojas y semillas	Houghton y Manby (1985)
Hemorroides	Hojas y semillas	Guillén et al. (1997), Nagata (1971)
Hipertensión	Hojas	

Actividad biológica

Estudios realizados por la Escuela Paulista de Medicina y presentados en el XIII Simposio de Plantas Medicinales de Brasil (11) encontraron, a partir de estudios realizados con animales, que:

- El extracto acuoso de las hojas de *Plantago tomentosa* tuvo actividad antisecretora y antiulcerogénica «confirmando su uso en medicina popular en molestias del tracto gastrointestinal».

- El extracto acuoso de *Plantago tomentosa* no mostró actividad antiinflamatoria y sí presentó actividad analgésica.
- El extracto acuoso de las hojas de *Plantago tomentosa* tuvo actividad antiedematosa y analgésica «que puede justificar su uso popular como antiinflamatorio».
- El estudio de la actividad antinociceptiva del extracto acuoso de las hojas de *Plantago tomentosa* mostró que el mismo redujo el número de contorsiones en animales de manera similar a la atropina (50%) (estudios realizados por el Departamento de Farmacología de la UFMG de Belo Horizonte, Brasil) (11).
- El extracto acuoso en frío, los extractos líquidos y el jugo de las hojas de *Plantago tomentosa* demostraron efecto bacteriostático y bactericida mientras que las infusiones y la decocción no tuvieron ese efecto. El efecto antibacteriano es provocado por el aglicón de la aucubina (aucubigenina) liberado por una β -glucosidasa. En caso de cocción se destruye la β -glucosidasa por el calor y se evita la hidrólisis de la aucubina. En un test de Loch se encontró que 1 ml de solución acuosa de aucubina al 2% en conjunto con la glucosidasa tiene el mismo efecto que 600 U.I. de penicilina para tratar al *Stafilococcus aureus* (7).
- La decocción de *Plantago tomentosa* inyectada en forma intravenosa en ratas estimuló la producción de interferón por el organismo de los animales (13).
- El extracto acuoso de la planta tiene efecto antiinflamatorio comprobado en las ratas, en diferentes modelos experimentales (15).
- El uso de una fracción cromatográfica de hoja seca vía externa a dosis de 10% aceleró la curación de llagas en conejos (15).
- La decocción de la hoja de *Plantago tomentosa* demostró inhibición de los microorganismos *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aislados de conjuntivitis humana (6).
- Varios estudios en animales de extractos acuosos de *Plantago tomentosa* demostraron la acción hipotensora arterial del mismo (6).

- El extracto de *Plantago tomentosa*, administrado durante 15 días a un grupo de conejos, no ofreció efecto protector contra el choque anafiláctico inducido por albúmina de huevo (6).
- La administración subcutánea del extracto acuoso de la hoja a ratas a las cuales se les había ligado el píloro, demostró que sólo a la dosis de 50 mg/kg disminuye significativamente el número de úlceras y el índice de ulceraciones.

Experiencias clínicas

- Aplicada localmente la planta tiene actividad antipruriginosa (15).
- La decocción de la planta fresca demostró acción antiácido de actividad similar a las suspensiones de aluminio (15).
- Se ha comprobado que en estado seco un extracto de la planta entera en dosis de 1,2 ml/kg aceleró el restablecimiento de la morfología normal y la curación de afecciones uterinas (15).
- La decocción de las partes aéreas (50 g/l) tuvo acción antiinflamatoria y antiséptica débil en parodontopatías de ligera y mediana intensidad (15).
- La Red TRAMIL clasifica al *Plantago tomentosa* en la categoría C, esto es, recomendado para el uso externo en el tratamiento de la conjuntivitis (15).
- La Red TRAMIL clasifica al *Plantago tomentosa* en la categoría C, esto es recomendado para el uso interno de la infusión de la hoja contra la alta presión y contra la inflamación.
- Leclerc cita la obtención de buenos resultados en el tratamiento externo de úlceras varicosas (8).
- La Comisión E de Alemania (organismo creado por el gobierno para estudiar y proponer los usos aceptados de las plantas medicinales) señala como indicaciones del *Plantago tomentosa* para uso interno: catarros de vías aéreas superiores e inflamación de la mucosa bucal y traqueo laríngea, y para uso externo: Inflamación de la piel (14).

Toxicología y efectos colaterales

- No hay registros de efectos tóxicos del llantén. En Alemania para *Plantago tomentosa* se menciona que no tiene efectos colaterales en caso de uso adecuado (7).
- La monografía de la Comisión E de Alemania dice que NO POSEE contraindicaciones ni efectos colaterales. Tampoco tiene interacciones con otros medicamentos (14).
- La dosis letal 50 del extracto acuoso de la hoja de *Plantago tomentosa* en ratas por vía intravenosa fue de 175 mg/kg (6).
- La decocción de *Plantago tomentosa*, entre 15-25 g/l, para administración oral, hasta 240 ml cada 4-6 horas y para la aplicación en buches estomatológicos (hasta 50 g/l), no produce manifestaciones objetivas ni subjetivas de toxicidad, intolerancia o indeseabilidad clínicamente evidenciables, en pacientes bajo tratamiento fitoterapéutico (15).
- Las partes aéreas incorporadas en un 40% a la dieta del ratón infante no tienen efectos nefrotóxicos.
- El extracto acuoso de la variedad asiática, en concentración de 50 mg/disco no es mutagénico en microorganismos (*Salmonella typhimurium* TA98 y TA 100) (15).

Presencia de *Plantago tomentosa* en medicamentos aprobados y en farmacopeas

- En Alemania la hierba y sus extractos se encuentran presentes en muchos medicamentos como antitusivo, expectorante (aproximadamente en 25) y como broncoespasmodolítico (en 2 especialidades) (7).
- No encontramos registro de su presencia en medicamentos aprobados en nuestro país.

- La planta está reconocida por ocho farmacopeas nacionales (Francia, Indonesia, Japón, Corea, Filipinas, Vietnam, Paraguay, Farmacopea de Medicina Oriental) (15)
- El Ministerio de Salud Pública de Bulgaria aprobó la hoja de esta planta para el tratamiento de la gastritis crónica, úlcera gastroduodenal, diabetes y heridas (15).

Algunas conclusiones e recomendaciones

Creemos muy importante destacar la correlación que se presenta entre los usos populares que registra el llantén en todo el continente y su verificación a través de ensayos farmacológicos. También es muy importante su amplio uso desde tiempos muy remotos. Finalmente, su atoxicidad y ausencia de mutagenicidad hacen que se pueda considerar la planta segura para su uso interno. Si bien la presente monografía se ha redactado en base a estudios realizados sobre *Plantago tomentosa*, creemos que debido a la similar composición de los otros llantenes podemos proponer idénticos usos para las otras especies utilizadas popularmente.

Dra. Maria Inés Isla (Investigadora del Conicet)

7. LA CONCRECIÓN DE NUESTRO PROYECTO Y LA REALIZACIÓN DE LOS CAMELOS Y LA CREMA DE LLANTÉN

Para extraer las propiedades medicinales del llantén se preparó un extracto alcohólico. Se utilizó alcohol de 70° (se realiza con 100 cm³ de alcohol 96° y 40,85 cm³ de agua).

Preparación:

Colocar 10 g de llantén y 100 cm³ de alcohol en un mortero. Machacar y dejar descansar siete días. Filtrar y luego conservar en un frasco estéril a temperatura ambiente.

Medidas de seguridad:

Material esterilizado, cofias, barbijos y manos limpias.

Elaboración de caramelos con extractos de llantén

Ingredientes:

50 g de azúcar

4 ml de extracto alcohólico

25 g de miel

Preparación:

Se coloca en un vaso de precipitado 50 g de azúcar. Luego se somete al calor hasta que el azúcar tome punto caramelo, se agrega la miel y se apaga el fuego. Se mide la temperatura y, cuando descienda hasta los 60 °C se coloca el extracto alcohólico de llantén.

Se enmanteca el molde de caramelos y luego se vierte el preparado en él, se deja enfriar y se procede a desmoldar.

Los caramelos de llantén se podrían utilizar como analgésicos, antiinflamatorios y antiinfecciosos en procesos infecciosos o inflamatorios de las vías respiratorias superiores, pues esos efectos están comprobados científicamente para extractos alcohólicos y acuosos de hojas de llantén (CÁCERES *et al.* 1.990 y SAMUELSEN, 2000).

Por otra parte, debido a su comprobada capacidad antioxidante y depuradora de radicales libres y a su baja toxicidad podrían ser utilizados como antioxidantes naturales. Las hojas de llantén tienen compuestos fenólicos, como los siguientes: flavoides y vitaminas, ácido ascórbico y betacaroteno (CAMPOS *y* LISSI, 1995).

Profesionales supervisaron la elaboración de los caramelos de llantén



Elaboración de crema con extractos de llantén

Ingredientes:

10 g de cera autoemulsionante

8 ml de vaselina líquida

180 ml agua destilada

2 ml de extracto alcohólico

Procedimiento:

Se coloca en un vaso de precipitado el agua destilada, la cera y la vaselina y se calientan. Se mezcla el preparado hasta que empiece a

emulsionar. Se apaga el fuego y se mide la temperatura. Cuando la temperatura llegue a 60 °C se coloca el extracto alcohólico de llantén. Se deja enfriar y se envasa en moldes libres de contaminación.

Debido a las comprobadas propiedades antibacteriana, antioxidante, antiinflamatoria y cicatrizante que tiene el llantén, esta crema podría ser utilizada localmente en procesos infecciosos de la piel.

Cabe resaltar que no se han realizado hasta el momento estudios de conservación microbiológica, química y farmacotécnica de la crema. Sin embargo, las observaciones microscópicas efectuadas por el grupo de alumnos y profesores, entre otros, indicarían que mantiene su aspecto original durante tres meses a temperatura ambiente y un año en la heladera

Para terminar, queremos recordarle que, antes de consumir estos productos, debe consultar cualquier duda con su médico amigo.

La higiene y la concentración son normas fundamentales del trabajo en el laboratorio



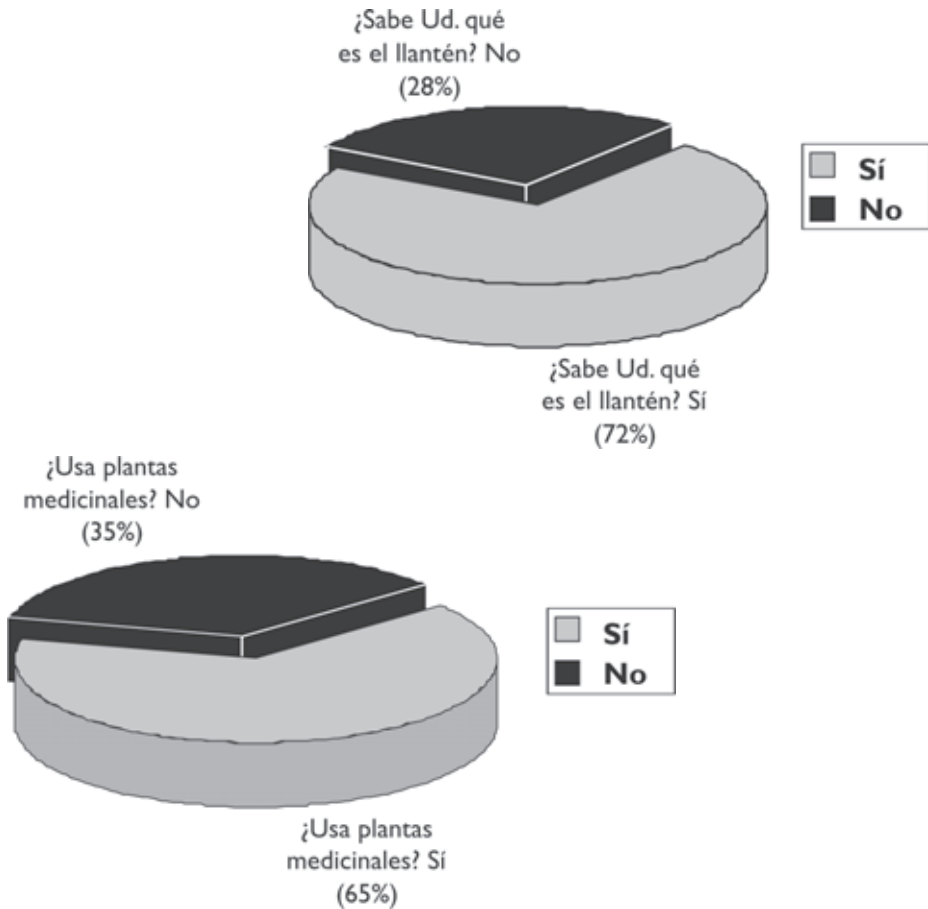
Encuestas y estadísticas

Los alumnos realizaron una encuesta entre cien personas mayores de edad.

La encuesta constaba de tres preguntas:

- 1.- ¿Sabe Ud. qué es el llantén?
- 2.- ¿Conoce sus propiedades medicinales?
- 3.- ¿Usa plantas medicinales para tratar enfermedades?

Los entrevistados solo tenían que responder sí o no. Los resultados fueron los siguientes:



La mayoría de las personas encuestadas usan plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades. Los alumnos llegaron a la conclusión de que debemos revalorizar el uso de plantas medicinales (fitoterapia) de nuestra región, como el llantén, sin descuidar ni ignorar las virtudes y propiedades de los remedios creados en laboratorios.

8. CONCLUSIONES Y COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

A través de los datos obtenidos de estudios fitoquímicos y la debida experimentación del llantén pudimos comprobar que el llantén tiene propiedades medicinales, por lo cual podría ser incorporado a la elaboración de medicamentos.

Caramelos: los caramelos de llantén actuaron con gran efectividad en enfermedades bucofaríngeas (laringitis, faringitis), debido a los compuestos mucílagos que actuaron sobre las zonas afectadas desinflamando e inhibiendo la producción de placas de pus y a su poder antibiótico y antiinflamatorio.

El uso de caramelos inhibe el crecimiento de bacterias y anestesia la zona afectada



Experiencia: Se sometió a diez voluntarios adultos que presentaban infecciones bucofaríngeas al uso continuo de los caramelos de llantén durante siete días. Al final de dicho período se comprobó que las placas de pus y el dolor habían desaparecido. La zona afectada presentaba color y forma normales.

Crema: la crema de llantén actuó con gran efectividad sobre la piel dañada (sequedad por frío, hongos y heridas superficiales), induciendo la producción de nuevas células epiteliales, debido a su propiedad antioxidante y cicatrizante que le otorgan sus compuestos fenólicos. Los compuestos mucílagos actuaron sobre los agentes extraños inhibiendo la proliferación de bacterias y hongos.

El uso de la crema favorece la reconstrucción epitelial y cicatrización de heridas



Experiencia: Se administró crema a tres voluntarias adultas que presentaban daños en la piel de las manos.

Se comprobó que su uso durante 30 días favoreció la proliferación de células epiteliales nuevas, dando lugar a la formación de una piel suave y de buen aspecto.

La conclusión a que llegaron los alumnos fue que debemos revalorizar el uso de plantas medicinales (fitoterapia) de nuestra región, como el llantén, sin descuidar ni ignorar las virtudes y propiedades de los remedios producidos en laboratorios

Los alumnos comprobaron que es posible el procesamiento y manufacturación de caramelos y crema siguiendo los pasos del método científico.

9. PROYECCIÓN

El proyecto tiene una amplia proyección para la comunidad, ya que los alumnos pensaron que los productos elaborados por ellos, bajo la supervisión de profesionales, puedan servir a otros niños de escasos recursos como remedios paliativos para enfermedades como bronquitis, faringitis y herpes. Por otro lado, de continuarse el proyecto y lograrse que la producción sea aprobada por el ente correspondiente, se estaría logrando un medicamento de importante valor curativo.

Sin embargo, es necesario la implementación de controles de calidad microbiológicos, químicos y farmacotécnicos para evaluar la estabilidad de estos productos en el cuerpo. Por otro lado, el desarrollo de estos productos se podrían realizar en laboratorios públicos habilitados por instituciones oficiales (Siprosa, Anmat) y ser distribuidos gratuitamente en los Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS).

El objetivo de la participación en este concurso es dar a conocer nuestro trabajo y además recaudar dinero para continuar con la segunda etapa que consiste en tratar de determinar cual es la molécula que origina en el llantén tantas propiedades curativas.

10. AGRADECIMIENTOS

Al colegio por apoyar este proyecto y fomentar en los niños el espíritu científico.

A la Dra. Maria Inés Isla y su equipo de trabajo que nos ayudó de forma totalmente desinteresada y con el único afán de formar a los pequeños científicos.

A la Dra. Figueroa Romero de la Fundación Miguel Lillo.

A miss Cristina y miss Nelly, por su seguimiento del proceso de investigación.

A todas las personas que colaboraron de forma desinteresada.

II. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Cabrera A.L. y Zardini E.M., (1978). *Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires*, ACME, p. 577.
- 2) Boelcke O., (1992). *Plantas vasculares de la Argentina, nativas y exóticas*. Ed. Hemisferio Sur, p. 255.
- 3) Alonso Paz E., Bassagoda M.J. y Ferreyra F., (1992), Yuyos. *Uso racional de las plantas medicinales*. Ed. Fin de Siglo, p. 40-41.
- 4) Martínez Crovetto R., (1981). *Plantas utilizadas en medicina en el NO de Corrientes*, Miscelánea 69, Fundación Miguel Lillo, p. 109.
- 5) Kossmann I. y Vicente C., (1992). *Salud y plantas medicinales*. Ed. Planeta, p. 116-117.
- 6) Robineau L., (1991). *Hacia una farmacopea caribeña*, Seminario Tramil 4, Investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe, ENDA Caribe, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, p. 298.
- 7) Wichtl M., (1989), *Teedrogen*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, p. 466-469.

- 8) Benigni R. y col., (1971), Piante medicinali, chimica, farmacologia e terapia, Inverni della Beffa, pág. 1100-1103.
- 9) Plantas Medicinales, Fitomed, (1991), Ed. Ciencias Médicas, pág. 52.
- 10) Farga C. y Lastra J., (1988), Plantas medicinales de uso común en Chile, Paesmi, pág. 44.
- 11) XIII Simposio de Plantas Medicinales do Brasil, (1994), Resumo de temas livres, 20 -23 de setiembre de Fortaleza, Brasil.
- 12) Herba Polonica, (1977), 23 (3) 201-209.
- 13) Plachcinska J. y col., (1984), Influence of Medicinal herbs on the inmune system. Induction of endogenous interferon. Fitoterapia Vol. LV, N° 6 pág. 346-348
- 14) Agradecemos a Barbara Steinhoff de la Asociación alemana de fabricantes de medicamentos para automedicación el habernos suministrado la monografía de la Comisión E.
- 15) Robineau L., (1995), Hacia una Farmacopea Caribeña, Seminario Tramil 6-7, Investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe, ENDA-Caribe, Universidad Autónoma de Honduras
- 16) Dr. Manfred, L., Siete mil recetas a base de mil trescientas plantas medicinales, Editorial Kiev.
- 17) Yuni, J., Urbano, C. (2003), Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación, Vol.I, Ed. Brujas.
- 18) Yuni, José, Urbano, C. (2003), Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación, Vol.II, Ed. Brujas.

- 19) Cáceres, A., Girón, L.M., Alvarado, S.R., Torres, M.F. 1987b, Estudio de la actividad antimicrobiana de plantas populares de uso en Guatemala y el tratamiento dermatológico. *Journal of Ethnopharmacology* 20, 223-237.
- 20) Duckett, S., (1980), *Plantas Naturales*. Nueva Inglaterra. *Revista de Medicina* 303, 583.
- 21) Eli, Lilly, (1980), *Farmacología y Terapia*. Revista, Indianápolis, EE UU.
- 22) Guillén, M.E.N., (1997), Actividades analgésicas y antiinflamatorias de extractos acuosos de llantén, *Revista Internacional de Farmacología* 35, 99-104.
- 23) Markov, M. (1992), *Farmacología del llantén*, Congreso de Etnofarmacología, Uppsala, Suecia.
- 24) Samuelsen, A. B., (1995), Caracterización de la actividad biológica de polisacáridos, Llantén. *Fitoterapia* 9, 211-218, Universidad de Oslo, Suecia.
- 25) Aportes botánicos de Salta – Ser. Flora (1998) vol. 5 páginas 20-21, Universidad Nacional de Salta, Argentina.

CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR

1º lugar

Nome do trabalho: “Geração de renda em áreas de Mata Atlântica: a experiência do manejo sustentável da samambaia-preta”

Autora: **Cristina Baldauf**, 29 anos, brasileira residente no Brasil

GERAÇÃO DE RENDA EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA: A EXPERIÊNCIA DO MANEJO SUSTENTÁVEL DA SAMAMBAIA-PRETA

I. RESUMO

A samambaia-preta (*Rumobra adiantiformis* (G.Forst.) Ching) destaca-se entre as demais pteridófitas por sua importância econômica, e suas folhas (frondes) são mundialmente comercializadas para utilização em arranjos de flores. A espécie ocorre de forma abundante na Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul (RS), local onde o extrativismo das frondes é a principal fonte de renda de cerca de 3.000 famílias de pequenos agricultores. Apesar da grande importância dessa atividade na região, existiam restrições em relação à extração da espécie, devido à legislação ambiental do RS.

Contudo, a coleta de produtos florestais no Estado é passível de licenciamento, desde que sejam conhecidos alguns fundamentos técnicos que subsidiem o manejo sustentável da espécie em questão. Dessa forma, os principais objetivos deste trabalho foram: contribuir para o estabelecimento de diretrizes, visando o manejo sustentável e o monitoramento dos sistemas de manejo de samambaia-preta; promover processo participativo para construção da legislação que dispõe sobre a coleta da espécie; difundir as diretrizes para o manejo sustentável da samambaia-preta, visando a geração de renda e a conservação. Os estudos demográficos e genéticos realizados demonstraram a sustentabilidade ecológica dos sistemas de manejo tradicionalmente utilizados, o que desencadeou o processo de construção coletiva de uma instrução normativa para regulamentar a coleta da samambaia-preta no RS. A recente regulamentação foi elaborada com base nos saberes locais acerca

da atividade e nos resultados do presente trabalho e está possibilitando o início da organização social dos extrativistas bem como sua melhor remuneração. Foi ainda elaborado o *Manual de licenciamento e manejo da samambaia-preta*, para a orientação de extrativistas, intermediários e fiscais de órgãos ambientais no que se refere ao manejo, monitoramento e comercialização das frondes de samambaia-preta do Estado do Rio Grande do Sul.

2. INTRODUÇÃO

A importância econômica da samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching)

A espécie *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching (figura 1) é uma pteridófita pertencente à família Dryopteridaceae, conhecida popularmente por samambaia-preta ou samambaia-silvestre. De distribuição geográfica bastante ampla, é encontrada na América do Sul, América Central, Austrália, Ásia, África do Sul e em algumas ilhas do Oceano Índico (GELDENHUYS & VAN der MERWE, 1994).

Destaca-se entre as demais espécies de pteridófitas por sua importância econômica, e suas frondes são mundialmente comercializadas para utilização em arranjos de flores. A grande preferência pela espécie decorre do fato de suas frondes apresentarem grande durabilidade após a coleta (MILTON & MOLL, 1988).

FIGURA 1 – Aspecto (A) e utilização (B) da espécie *Rumohra adiantiformis*



A maior parte da produção mundial comercializada é oriunda da Flórida, onde a espécie começou a ser cultivada no final da década de 1930 sob condições controladas (MILTON & MOLL, 1988; STAMPS *et al.*, 1994). Outro local de expressiva produção de frondes de samambaia-preta é a Costa Rica, onde a espécie ocupa o quinto lugar entre os produtos agrícolas não-tradicionais mais exportados.

Já na África do Sul e no Brasil, as frondes são extraídas, na maioria dos casos, diretamente do ambiente natural (MILTON & MOLL, 1988, ANAMA/PGDR, 2000). No Brasil, o extrativismo é realizado em áreas de Mata Atlântica nas regiões Sudeste e Sul (CONTE *et al.*, 2000; ANAMA/PGDR, 2000), e mais da metade do mercado nacional é abastecido pelas folhas extraídas das áreas de ocorrência da espécie no Rio Grande do Sul (ANAMA, 2002).

Extrativismo de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis*) no Rio Grande do Sul

No Estado do Rio Grande do Sul a samambaia-preta viceja nos mais diversos ambientes, e na região da Encosta Atlântica a espécie tem sido submetida a intenso processo de coleta das suas folhas (frondes). Trata-se de atividade que envolve parcela considerável da população local, na coleta, no arrendamento de terras ou na venda aos grandes centros de consumo (Porto Alegre, São Paulo e outras capitais). Acredita-se que estejam envolvidas nesta atividade cerca de 3.000 famílias de pequenos agricultores (ANAMA, 2002).

Historicamente, entre as décadas de 1960 e 1970, a mecanização da agricultura decorrente da “revolução verde” propiciou o desenvolvimento da horticultura nas áreas de várzea da região da Encosta Atlântica. No mesmo período os produtos agrícolas tradicionais como milho, feijão e mandioca, cultivados nas áreas mais íngremes, sofreram crescente desvalorização. Tais fatores provocaram o declínio da agricultura tradicional na região, acarretando em um grande êxodo rural à época, e os agricultores familiares que permaneceram não tinham muitas possibilidades de trabalho e geração de renda.

Nesse cenário, o surgimento do extrativismo de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) na década de 1970 representou lucrativa possibilidade econômica para as famílias agricultoras e se expandiu nas décadas de 1980 e 1990.

Com o Decreto Federal nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, a continuidade do sistema da agricultura de coivara nas áreas de Mata Atlântica ficou ainda mais ameaçada, uma vez que o decreto proíbe o corte, a exploração e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica. A partir de tal legislação, os órgãos fiscalizadores do RS passaram a agir com rigor nas áreas de pousio multando os agricultores que derrubavam as capoeiras.

Nesse contexto, intensificou-se o extrativismo de samambaia-preta no litoral norte do Rio Grande do Sul (figura 2). Essa atividade possibilitou a permanência na terra dos agricultores e a manutenção da organização social vinculada às relações familiares de produção. Hoje, grande parte das famílias de “samambaieiros” (como são conhecidos localmente esses atores sociais) é formada por pessoas com poucos recursos materiais, as quais têm na coleta das frondes de samambaia sua principal ou única fonte de renda.

FIGURA 2 – Extrativismo de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis*) no Estado do Rio Grande do Sul



Entretanto, apesar da grande importância social dessa atividade na região, existiam restrições em relação à extração da espécie, devido ao já mencionado Decreto Federal nº 750, que afirma a necessidade de prévios estudos técnico-científicos de estoques e de garantia de capacidade de manutenção da espécie para que sua extração seja regulamentada.

A carência de estudos motivou a proposição do Projeto Samambaia-Preta¹, fundamentado no estudo da biologia e ecologia da espécie sob condições naturais, com o objetivo de conhecer o impacto do extrativismo e propor alternativas de manejo sustentável bem como realizar pesquisa etnobiológica e socioeconômica junto à comunidade-alvo. Foram ainda realizados estudos acerca da cadeia produtiva da samambaia-preta no litoral norte, RS. É no contexto desse projeto que foi desenvolvido o presente trabalho, cujos objetivos são apresentados na próxima seção.

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Contribuir para o estabelecimento e consolidação de alternativas de renda que envolvam o uso sustentável de recursos da Mata Atlântica.

Objetivos específicos

- Avaliar a sustentabilidade dos sistemas de manejo de samambaia-preta empregados no Rio Grande do Sul.
- Sugerir indicadores para o monitoramento do extrativismo da samambaia-preta no Estado do Rio Grande do Sul.

¹ As instituições que desenvolvem o Projeto Samambaia-preta são: Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais - NPFT-UFSC; Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Rural Sustentável e Mata Atlântica - Desma/Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural - PGDR -UFRGS; ONG Ação Nascente Maquiné - Anama.

- Fundamentar cientificamente a regulamentação do extrativismo da samambaia-preta no Estado do Rio Grande do Sul.
- Promover processo de construção coletiva do instrumento legal que dispõe sobre a coleta da samambaia-preta no Estado do Rio Grande do Sul.
- Difundir as diretrizes para o manejo sustentável da samambaia-preta no Rio Grande do Sul.

4. METODOLOGIA

A região de realização do presente estudo situa-se no litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Foram estudadas populações de samambaia-preta localizadas no município de Maquiné (exceto a população 4, localizada no município de Osório, tabela 1). Tais municípios localizam-se no limite austral da distribuição da Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) no Brasil.

As populações de samambaia-preta amostradas permitem contemplar os sistemas de manejo de *R. adiantiformis* mais utilizados, de acordo com a tipologia dos sistemas de manejo proposta para a região (BALDAUF *et al.*, 2007). Os extrativistas participaram dessa etapa do trabalho, indicando os sítios onde costumam coletar.

A população 1 vem sendo manejada por intermédio de um sistema associado à agricultura de coivara, e a coleta das frondes de samambaia ocorre durante a fase de pousio agrícola. Esse sistema se caracteriza por intensa modificação da paisagem pela implantação de roças para cultivos anuais e pelo emprego de baixas frequências de corte anuais. Nas populações 2 e 3 o sistema de manejo utilizado não interfere na paisagem, exceto para abertura de trilhas, sendo realizada apenas a coleta das frondes em frequências de corte anuais mais elevadas.

A população 4 foi cultivada em um quintal agroflorestal, pelo plantio em linha dos rizomas de *R. adiantiformis* em um antigo pomar. A coleta das frondes dessa população é bastante elevada, sendo realizada a cada

45 dias. A população 5 representa uma área de ocorrência da espécie onde a extração das frondes não é realizada e foi utilizada como referencial da estrutura demográfica das populações sem exploração. Por fim, a população 6, amostrada apenas para os estudos genéticos, é uma população que apresenta frequência elevada de corte das frondes. Não é uma situação comum na região, mas a população foi amostrada a fim de verificar possíveis diferenças na diversidade genética decorrentes da intensidade de coleta.

TABELA 1 – Localização geográfica e status de seis populações de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) estudadas

População	Município	Coordenadas	Altitude (m)	Frequência de corte anual
1	Maquiné	29°55'S/50°23'W	253,91	1
2	Maquiné	29°64'S/50°14'W	355,09	2
3	Maquiné	29°60'S/50°15'W	225,07	3
4	Osório	29°87'S/50°30'W	250,10	6
5	Maquiné	29°56'S/50°23'W	245,02	0
6	Maquiné	29°70'S/50°19'W	237,35	12

Para a caracterização da estrutura demográfica decorrente dos diferentes sistemas de manejo da samambaia-preta foram implementadas quatro parcelas de 5x5m em cada uma das populações estudadas. No monitoramento foram realizadas contagens do número de frondes em cada estágio de desenvolvimento, a partir de quatro categorias: brotos, frondes jovens, frondes adultas e frondes mortas. Também foi verificada a presença de soros nas frondes. Realizaram-se avaliações nos meses de agosto/04, novembro/04, fevereiro/05, maio/05 e agosto/05, exceto no caso da população 3, que começou a ser monitorada em novembro de 2004.

A amostragem para a caracterização da diversidade genética das populações manejadas consistiu de 50 frondes de cada uma das populações, e foi observada uma distância de aproximadamente dez metros entre cada fronde coletada, com a finalidade de evitar a coleta do

mesmo indivíduo, visto que a espécie apresenta propagação vegetativa. A fim de caracterizar geneticamente os indivíduos e avaliar o impacto dos sistemas de manejo sobre as populações estudadas foram empregados marcadores alozímicos. O protocolo de eletroforese foi desenvolvido com base em Soltis, Kephart e Alfenas. (SOLTIS *et al.*(1983), Kephart (1990) e Alfenas *et al.* (1998).

A integração das informações oriundas das caracterizações da estrutura demográfica e diversidade genética das populações forneceu elementos para a escolha dos indicadores de monitoramento das populações manejadas.

Os resultados da avaliação de sustentabilidade obtidos neste trabalho, bem como outros dados do Projeto Samambaia-Preta, foram encaminhados para a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (Sema-RS), com a finalidade de reativar a discussão acerca das possibilidades de licenciamento do extrativismo de *R. adiantiformis* no Estado do Rio Grande do Sul.

Através de um processo de construção coletiva que envolveu a participação da comunidade local e regional, ONGs, universidades e órgãos governamentais, foi elaborada instrução normativa que dispõe sobre as normas para a regularização da coleta das frondes da samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis*) no Estado do Rio Grande do Sul. Além da instrução normativa, os resultados deste trabalho também fundamentaram a elaboração do *Manual de licenciamento e manejo da samambaia-preta*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da estrutura demográfica das populações manejadas

Nas populações manejadas constata-se rápida regeneração das frondes após o corte, evidenciada pelos números de frondes adultas encontrados nas avaliações posteriores às coletas, com exceção da

população cultivada (figura 3). Contudo a redução encontrada nessa população não foi significativa e a frequência relativa dessa categoria se manteve constante durante as avaliações.

Observou-se que as populações de *R. adiantiformis* apresentam grande dinamismo demográfico, evidenciado pela variação no número e na proporção de frondes nas diferentes fases de desenvolvimento encontradas na população não-manejada (população 5 - figura 3). Todavia, entre agosto de 2004 e agosto de 2005, a frequência relativa das frondes adultas diminuiu, ao passo que a proporção de frondes mortas aumentou na referida população. Ainda que tal redução não tenha sido significativa, ela sugere que a ausência de manejo acarreta a diminuição das populações da espécie.

Não foram obtidas diferenças significativas entre os sistemas de manejo em relação ao número de brotos e jovens. Já nas categorias de frondes adultas, frondes mortas e frondes férteis foram encontradas algumas diferenças entre as populações, ainda que de magnitude relativamente pequena (tabelas 2 e 3).

FIGURA 3 – Proporção de frondes em cada categoria de desenvolvimento (à esquerda) e número de frondes em cada categoria de desenvolvimento (à direita) ao longo de um ano de monitoramento em cada população de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) estudada. As setas indicam as datas de coletas de frondes em cada população

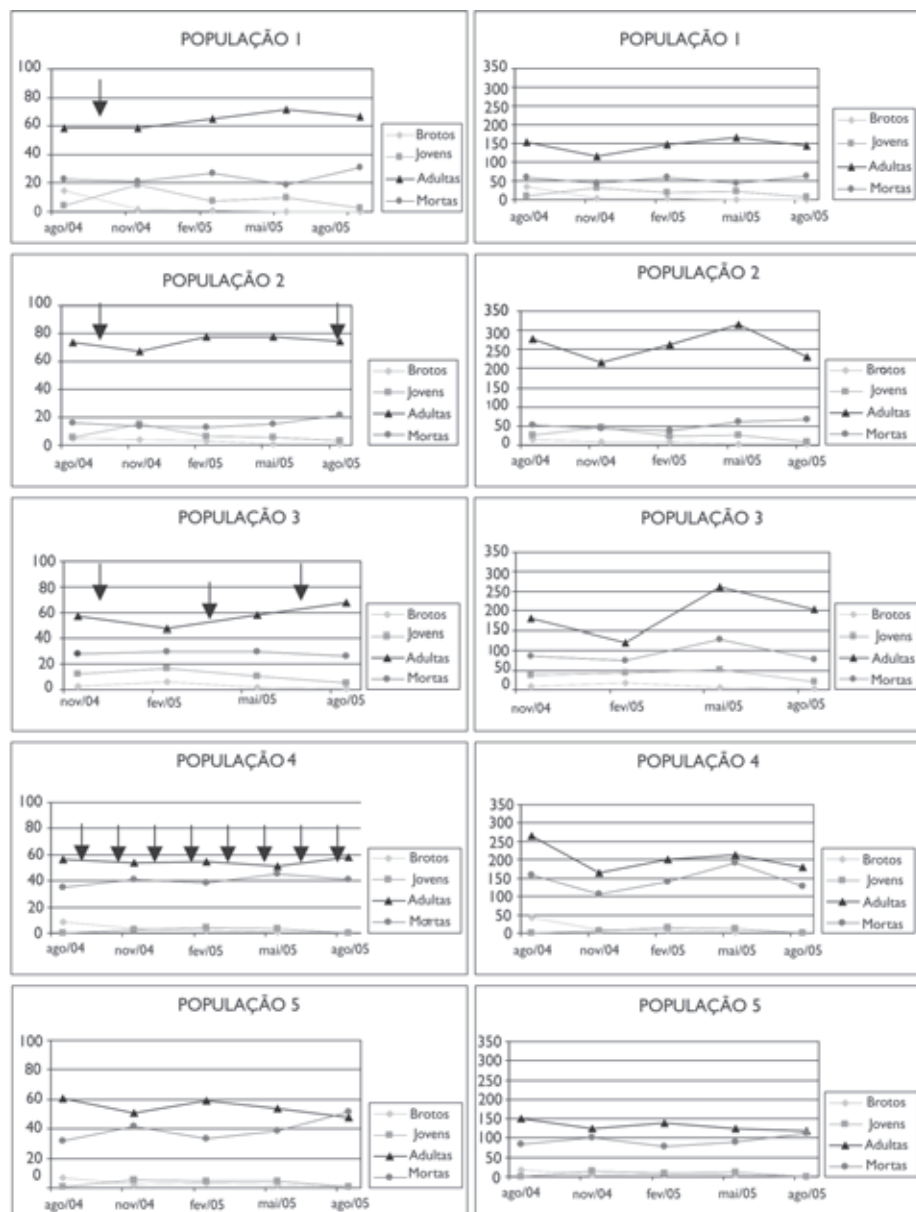


TABELA 2 – Valores médios para as diferentes categorias de desenvolvimento, número total de frondes e número de frondes férteis de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) nas cinco populações estudadas

População	Brotos	Jovens	Adultas	Mortas	Total	Férteis
1	1,7a	19,9a	142,8ab	51,9a	216,1a	4,8a
2	5,7a	26,1a	255,8b	52,3a	339,7b	9,3ab
3	8,6a	38,4a	190,8ab	92,2ab	329,9ab	15,8ab
4	5,8a	8,9a	195,9ab	142,9b	346,1b	141,2b
5	5,0a	9,0a	126,5a	95,7b	236,1ab	48,3b

* Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste Dunn (comparação na coluna)

TABELA 3 – Valores médios para as proporções obtidas em diferentes categorias de desenvolvimento e proporções de frondes férteis de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) nas cinco populações estudadas

População	Brotos	Jovens	Adultas	Mortas	Férteis
1	0,7a	9,5a	65,5ab	24,3ab	1,6a
2	2,2a	7,5a	74,3b	16,0a	4,1ab
3	2,7a	11,2a	56,1ab	28,8ab	4,8ab
4	1,8a	2,4a	54,5ab	41,2b	34,9b
5	2,1a	3,8a	52,9a	41,2b	19,3ab

* Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste Dunn (comparação na coluna)

De maneira geral, ao serem consideradas todas as categorias e populações amostradas, é possível constatar um padrão cujas populações 4 e 5 (cultivada e não-manejada, respectivamente) apresentaram valores baixos nas proporções de frondes vivas (brotos, jovens e adultas) e valores bastante elevados nas proporções de frondes mortas, em relação às demais populações estudadas.

Uma das tendências mais marcantes, e de grande relevância para o manejo da espécie, é a rápida regeneração das frondes após os cortes. Em geral, as populações apresentaram rápida reposição de frondes, evidenciada pelo número e proporção de frondes adultas nas avaliações posteriores às

coletas. Destaca-se a importância dos resultados obtidos na população 3, na qual foram aplicados o sistema de manejo e a frequência de corte mais utilizados na região sob análise (BALDAUF *et al.*, 2007 figura 4). A comprovação da regeneração das frondes em um tempo considerado razoável para a exploração pelos extrativistas (três cortes anuais) pode ser considerada forte indício da sustentabilidade ecológica da atividade.

FIGURA 4 – Sistema de manejo tradicional: área de coleta em destaque (A) e coleta das frondes (B)



No caso do extrativismo de *R. adiantiformis*, em que não se retira o indivíduo, a sobreexploração pode reduzir o tamanho efetivo populacional bem como diminuir o crescimento do rizoma, o que resulta na produção de quantidade menor de frondes. De acordo com Peters, na maioria das espécies o efeito mais visível da sobreexploração é a redução na quantidade de plântulas e plantas jovens ou de novas estruturas de exploração (PETERS, 1996). Uma vez que se trata de espécie rizomatosa, as fases iniciais de desenvolvimento das frondes (brotos e frondes jovens) são entendidas como equivalentes às plântulas e plantas jovens das espécies arbóreas para fins de monitoramento.

No entanto, as variações nas quantidades de frondes encontradas nas diferentes fases do desenvolvimento dificultam a utilização de indicadores, visto que estes devem possuir valores numéricos críticos, além dos quais a produção declina rapidamente (FERRAZ, 2003). Dessa forma, optou-se por utilizar as proporções encontradas em cada fase como valores de referência para os indicadores.

Uma vez que a proporção de frondes jovens encontrada nas populações manejadas apresenta variação menor em relação à proporção de brotos, a primeira foi considerada indicador representativo do dinamismo demográfico característico da espécie e dos possíveis impactos da extração das frondes. Os valores de referência para esse indicador variam em decorrência de um período intenso de produção de novas frondes no final do inverno. Assim, pode-se considerar que no período compreendido entre setembro e dezembro (após a brotação das novas frondes) deve-se encontrar um valor entre 10 e 20% de frondes jovens, ao passo que nas demais épocas do ano, a proporção esperada é de 5 a 15%.

Outro indicador para o monitoramento é a proporção de frondes mortas, cujos valores máximos se situam entre 30 e 35%. A obtenção de valores superiores aos mencionados nesse indicador pode estar apontando declínio populacional, como o evidenciado na população 5. No entanto, a estrutura demográfica da samambaia-preta é bastante influenciada por fatores climáticos e pelo processo de sucessão florestal, o que remete à necessidade de monitoramento continuado ao longo de vários anos.

Destaca-se, ainda, que os indicadores propostos neste trabalho baseiam-se na estrutura demográfica das populações e são de fácil mensuração, podendo ser avaliados juntamente com os extrativistas nas propriedades onde se procede à coleta, visando à implantação de um sistema de monitoramento participativo. Nos casos em que se necessite análise mais aprofundada, todavia, é possível proceder à análise da diversidade genética da população em questão, por meio do uso de marcadores alozímicos.

Caracterização da diversidade genética das populações manejadas

Os índices de diversidade genética encontrados nas populações estudadas (tabela 4) apresentaram valores elevados, sendo compatíveis com a diversidade genética geralmente encontrada em áreas de Mata Atlântica (MORAE *et al.*, 1999; SEBEN *et al.*, 2000; CONTE, 2004).

Os valores encontrados também são superiores aos obtidos em uma grande diversidade de estudos com outras espécies de pteridófitas (SOLTIS & SOLTIS, 1987; MAKI & ASADA, 1998; HSU, 2000).

Os valores obtidos neste estudo para a relação G/N em *R. adiantiformis* também foram bastante elevados. Significa dizer que uma “bola” ou touceira de samambaia é formada por vários indivíduos. Dessa forma, ainda que a espécie apresente formações de touceiras a partir do crescimento do meristema apical, a fecundação cruzada provavelmente representa decisivo papel na manutenção da diversidade genética das populações. Assim, ressalta-se a importância de ser evitada a coleta de frondes com soros.

TABELA 4 – Índices de diversidade genética* estimados em populações de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching) no sul do Brasil

População	N	A	P ¹ (%)	P ² (%)	Ho	He	f
1	49,5(0,6) **	3,4 (0,3)	100,0	84,6	0,201(0,074)	0,316(0,071)	0,366*
2	48,5(0,7)	3,0 (0,4)	92,3	69,2	0,211(0,069)	0,310(0,071)	0,321*
3	48,7(0,5)	2,9 (0,3)	84,7	69,2	0,140(0,042)	0,276(0,068)	0,497*
4	41,8(0,9)	2,6 (0,4)	84,7	69,2	0,186(0,068)	0,242(0,064)	0,241ns
5	46,1(1,4)	2,8 (0,3)	92,3	84,6	0,199(0,069)	0,287(0,060)	0,300*
6	49,2(0,5)	3,2 (0,4)	92,3	53,8	0,136(0,071)	0,216(0,071)	0,366*
Média	47,3	3,0	91,0	72,0	0,191	0,294	0,350

* Tamanho médio da amostra (N); número de alelos por loco (A); porcentagem de locos polimórficos sem critério (P¹); porcentagem de locos polimórficos com frequência do alelo mais comum inferior a 95% (P²); diversidade genética (He); heterozigidade observada (Ho) e índice de fixação (f).

** Erro padrão da média

* χ^2 p < 5%; ns – não significativo

Contudo, apesar dos elevados índices de diversidade genética encontrados, as populações estudadas apresentaram deficiência no número de heterozigotos em relação ao esperado em situações de cruzamentos aleatórios (panmixia). As estatísticas-F indicaram considerável grau de endogamia tanto na média das subpopulações ($F_{IS}=0,3464$) quanto no seu conjunto ($F_{IT}=0,399$), sendo ambos os valores significativos. Esses elevados índices de endogamia indicam a presença de cruzamentos entre aparentados e/ou a perda de alelos por

processos estocásticos (deriva genética) e são comuns em espécies de pteridófitas colonizadoras como a samambaia-preta, uma vez que frequentemente elas se estabelecem a partir da germinação de um único ou poucos esporos (CRIST & FARRAR, 1983; SOLTIS & SOLTIS, 1986). Dessa forma, a autofecundação, associada ao processo de deriva genética (efeito fundador), explicaria a alta endogamia encontrada nas populações estudadas.

Por outro lado, a população 4 (cultivada) originou-se a partir de um número maior de matrizes, coletadas já na fase de esporófito, em diferentes locais do sul do Brasil. Isso poderia explicar o fato de o índice de fixação não ser significativo na população. Outra hipótese seria a de que a seleção humana, através da escolha de plantas mais vigorosas, teria favorecido a implantação de uma quantidade maior de genótipos heterozigotos na área cultivada. Nas outras populações estudadas constata-se a existência de um sistema de cruzamento misto, e a autofecundação teria grande relevância na colonização de novos ambientes enquanto a fecundação cruzada promoveria a manutenção de altos níveis de diversidade genética.

O fluxo gênico aparente entre as populações estudadas é alto ($Nm=1,97$), provavelmente devido ao alto grau de dispersão dos esporos. Esse fluxo gênico elevado impede a existência de uma forte estruturação genética. A estruturação genética se refere à distribuição da diversidade genética no tempo e no espaço e cuja ausência é indicativo de que a maior diversidade genética se encontra dentro das populações, o que de certa forma garante sua viabilidade ao longo do tempo.

Foi verificada a presença de alelos fixados em cinco das seis populações estudadas, inclusive na população não-manejada (população 5). A fixação de alelos representa perda de diversidade genética, uma vez que em um dado loco não existem mais diferentes tipos de alelos. Foi encontrada ainda grande quantidade de alelos raros (frequência menor que 5%) em todas as populações, sendo o maior número encontrado na população 6 (16 alelos). Além disso, quando considerado o critério de 95% o número de locos polimórficos é reduzido em algumas populações, diminuindo consideravelmente na população 6, devido ao

grande número de alelos de baixa frequência da população. Esses alelos correm o risco de se perderem devido às alterações no tamanho efetivo populacional provocadas pela alta intensidade de corte e coleta de frondes imaturas, características do sistema de manejo utilizado nessa população.

Não foram encontradas diferenças significativas entre as populações para os estimadores porcentagem de locos polimórficos (P), número de alelos por loco (A), heterozigosidade média observada (H_o) e heterozigosidade média esperada (H_e). Assim, os altos valores de diversidade genética não são afetados pelos sistemas de manejo tradicionais da espécie, visto que os valores encontrados nessas populações (1, 2 e 3) não diferem dos obtidos na população não-manejada (5).

No entanto, a população 6 apresentou índices de diversidade mais baixos em alguns desses estimadores (H_o , H_e e número de locos polimórficos – critério 95%) bem como número elevado de alelos de baixa frequência (16 alelos). Essas diferenças parecem estar associadas ao sistema de manejo empregado, que se baseia em alta frequência de corte e na coleta de frondes jovens.

A aplicação de frequência de cortes elevadas não é comum na região sob análise. De qualquer forma, destaca-se que a sobreexploração da espécie pode provocar redução da quantidade de indivíduos que estão se reproduzindo, resultando em perda de alelos de baixa frequência, aumento do grau de parentesco e dos níveis de endogamia dentro das populações. Esses fatores podem diminuir a capacidade de adaptação das populações e, conseqüentemente, sua resposta à ação de forças seletivas.

Os resultados deste trabalho demonstraram que a espécie *R. adiantiformis* apresenta altos índices de diversidade genética. Não foram encontradas diferenças significativas entre as populações em relação aos índices de diversidade genética estimados. No entanto, a sobreexploração das populações pode provocar a redução do tamanho efetivo populacional, perda de alelos raros, além de redução na

heteroziguidade e no número de locos polimórficos. Assim, tais estimadores podem ser utilizados para o monitoramento das populações manejadas.

A ausência de diferenças significativas nos índices de diversidade genética entre as demais populações manejadas e a população não-manejada indica que os sistemas de manejo tradicionalmente empregados na região sob análise não causam redução na diversidade genética das populações.

Regulamentação do extrativismo da samambaia-preta e geração de renda

Uma vez que se dispõe de critérios para o manejo sustentável e monitoramento do extrativismo, sua regulamentação foi considerada condição essencial, pois essa atividade representa uma das únicas alternativas que restaram hoje para muitos moradores das áreas de Mata Atlântica no sul do Brasil, conforme demonstra o excerto de uma entrevista: “Tirar samambaia é, por assim dizer, a minha profissão, é o que eu sei fazer bem... Me criei tirando samambaia. Se dependesse de mim, criaria meus filhos e ensinaria eles como tirar certinho, o jeito, a época certa...” (S.D., 42 anos.)

A fala demonstra a importância e a urgência da implementação de medidas que viabilizem a continuidade do extrativismo de samambaia-preta na região do litoral norte do Rio Grande do Sul.

Nesse contexto, os resultados deste trabalho, juntamente com outras pesquisas realizadas pelo Projeto Samambaia-Preta foram encaminhados para a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (Sema-RS), reativando a discussão acerca das possibilidades de licenciamento do extrativismo de *R. adiantiformis*. Assim, em abril de 2006, foi realizado o III Encontro da Samambaia-Preta, com apoio do Ministério do Meio Ambiente e do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e contou com a participação da comunidade local e regional, ONGs, universidades e órgãos governamentais. (figura 5). Do evento resultou a Carta de Maquiné (Desma, 2006), uma

manifestação pública a favor da regulamentação do extrativismo de samambaia-preta. Além disso, durante a realização desse fórum, a Sema-RS assumiu publicamente o compromisso de regulamentar a atividade, com base nos parâmetros técnicos e indicadores de monitoramento do extrativismo propostos neste trabalho.

FIGURA 5 – (A e B): Terceiro encontro da samambaia-preta, Salão Paroquial de Maquiné, RS



Após o referido encontro, foram realizadas reuniões com os extrativistas e comerciantes de samambaia-preta a fim de construir a nova regulamentação de forma participativa e considerando o conhecimento local sobre a atividade. Concomitantemente a essas reuniões com os atores sociais envolvidos na cadeia produtiva, foram também realizados encontros com diversas instituições relacionadas à problemática da samambaia-preta (Consema, Comitê Estadual e Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Ministério Público Estadual, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, ONGs e universidades).

O resultado de toda essa articulação foi a recente publicação de uma instrução normativa que dispõe sobre as normas para a regularização da coleta das frondes da samambaia-preta (*Rumobra adiantiformis* (G.Forst.) Ching) no Estado do Rio Grande do Sul.

A instrução normativa n. 001/06 da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, publicada no Diário Oficial do dia 21 de novembro do

corrente, foi construída com base nos resultados do presente trabalho, especialmente no que se refere aos parâmetros técnicos para o manejo sustentável e nos indicadores para monitoramento do extrativismo. No entanto, ressalta-se a construção coletiva dessa regulamentação, que incorporou o conhecimento e as sugestões dos extrativistas e intermediários do comércio da samambaia-preta.

Além da instrução normativa, os resultados deste trabalho também fundamentaram a elaboração do *Manual de licenciamento e manejo da samambaia-preta*, como orientação para extrativistas, intermediários e fiscais da Secretaria Estadual do Meio Ambiente no que se refere ao manejo, monitoramento e comercialização das frondes de samambaia-preta do Estado do Rio Grande do Sul (figuras 6 e 7). O Manual foi redigido em linguagem acessível como material educativo, permitindo compreensão de todas as etapas do licenciamento da atividade.

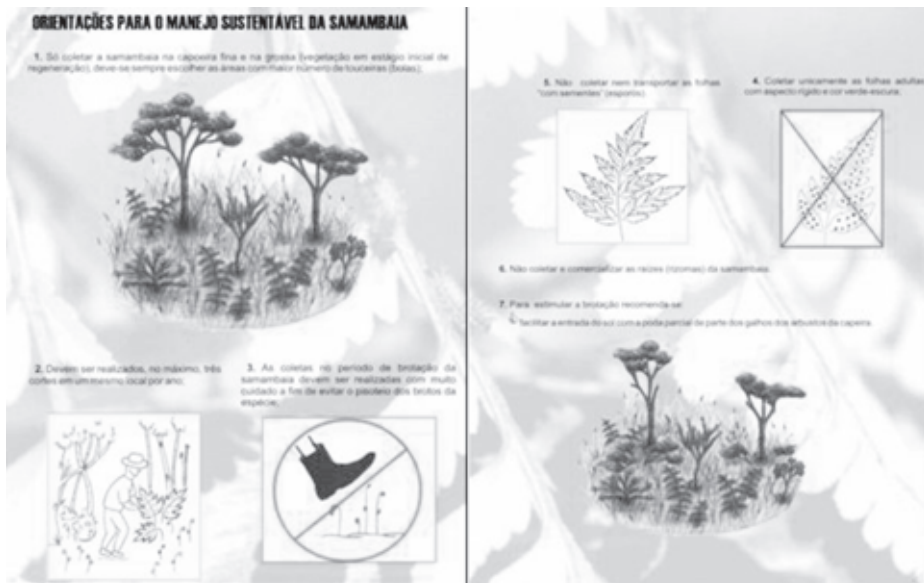
A regulamentação do extrativismo da samambaia-preta no Rio Grande do Sul, além de retirar os samambaieiros da situação de ilegalidade, permitirá o início de sua organização social como extrativistas. A legalização também traz consigo a possibilidade de melhor estruturação da cadeia produtiva, conferindo acréscimo no valor recebido pelos samambaieiros, visto que muitos atravessadores se aproveitavam da condição ilegal da atividade para ficar com a maior parte do lucro.

Finalmente, destaca-se que o trabalho apresentado serviu como base científica para ação do poder executivo que vem ao encontro da necessidade de estabelecimento de estratégias que conciliem a conservação dos remanescentes florestais com a reprodução social das comunidades que vivem nessas áreas, configurando um processo de gestão sustentável da biodiversidade.

FIGURA 6 – Capa e contracapa do *Manual de licenciamento e manejo da samambaia-preta*



FIGURA 7 – *Manual de licenciamento e manejo da samambaia-preta* – orientações para o manejo sustentável



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C. *Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos*.UFV, Viçosa. 574p. 1998.
- ANAMA; PGDR-UFRGS. Diagnóstico socioeconômico-ambiental do município de Maquiné, RS: perspectivas para um desenvolvimento rural sustentável. Relatório de Pesquisa. Porto Alegre: Fapergs. 106p. 2000.
- _____, Projeto Samambaia-Preta: avaliação etnobiológica e etnoecológica da samambaia-preta *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching no município de Maquiné, RS. Relatório Final, Porto Alegre. 106p. 2002.
- BALDAUF, C.; HANAZAKI, N. ; REIS, M. S. Caracterização etnobotânica dos sistemas de manejo de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst) Ching- Dryopteridaceae) utilizados no sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica (no prelo). 2007.
- CONTE, R.; RIBEIRO, J. R.; REIS, M. S. Proposta de Estudo da Samambaia Silvestre (*Rumohra adiantiformis*) no Município de Ilha Comprida – SP. Relatório Final. Florianópolis: CCA-UFSC. 2000.
- _____, R. Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microssatélite. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2004.
- CRIST, K.C; FARRAR, D.R. Genetic load and long-distance dispersal in *Asplenium platyneuron*. Can.J.Bot. 61: 1809-1814. 1983.
- DESMA. Carta de Maquiné.Disponível em <www.ufrgs.br/desma. Acesso em 21.11.2006>.

FERRAZ, J.M.G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J.F.; SKORUPA, L.A. & FERRAZ, J.M.G. (eds.) Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. pp.17-35. 2003.

GELDENHUYS, C. J. & VAN DER MERWE, C. J. Site relations and performance of *Rumohra adiantiformis* in the southern Cape forests. Report FOR-DEA, Division of Forest Science and Technology, CSIR, Pretoria. 1994.

HSU, T.W. MOORE, S.J.; CHIANG, T.Y. Low RAPD polymorphism in *Archangiopteris itoi*, a rare and endemic fern in Taiwan. Bot. Bull.Acad. Sin., 41:15-18. 2000.

KEPHART. S.R. Starch gel eletrophoresis of plant isozymes: a comparative analyses of techniques. Amer.J. Bot., 77(5):693-712. 1990.

MAKI, M.; ASADA, Y.J. High genetic variability revealed by allozymic loci in the narrow endemic fern *Polystichum otomasui* (Dryopteridaceae). Heredity 80: 604-610. 1998.

MILTON, S.J. & MOLL, E.J. Effects of harvesting on frond production of *Rumohra adiantiformis* (Pteridophita: Aspidiaceae) in South Africa. Journal of Applied Ecology, n. 25, New York: Wiley & Sons, pp. 725-743. 1988.

MORAES, P.L.R; MONTEIRO, R; VENCOSKY, R. Conservação genética de populações de *Cryptocarya moscata* Nees (Lauraceae) na Mata Atlântica no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica, v.22, n.2 (suplemento), pp.237-248. 1999.

PETERS, C.M. Observations on the sustentable exploitation of non-timber tropical forest products. In: PÉREZ. M.R; ARNOLD, J.E.M. (orgs.) Current issues in non-timber forest products research. Bogor: Center for International Forestry Research, pp.19-40. 1996.

SEBBEB, A.M. et. Al. Efeitos do manejo na estrutura genética de populações de caixeta (*Tabebuia cassinoides*). Scientia Forestalis n. 58, pp. 127-143. 2000.

Soltis, D. E. et. al. Starch gel electrophoresis of a compilation of grinding buffers, gel and 1983.electrode buffers, and staining schedules. American Fern Journal, v. 73, pp. 9-26.

SOLTIS, D.E. & SOLTIS, P.S. Electrophoretic evidence for inbreeding in the fern *Botrychium virginianum* (Ophioglossaceae) American Journal of Botany, 73(4):588-592. 1986

-----; ----- Polyploidy and breeding systems in homosporous pteridophyta: a reevaluation. The American Naturalist, 130: 219-232. 1987.

STAMPS, R.H.; NELL, T.A.; BARRET, J.E. 1994. Production temperatures influence growth and physiology of leatherleaf fern. Horticultural Science, 29 (2), 67-70.

CATEGORIA INTEGRAÇÃO

1º lugar

Nome do trabalho: “Potabilización de agua por tecnologías económicas en zonas rurales aisladas del Mercosur”

Autores: **Marta Irene Litter**, argentina residente na Argentina

Wilson de Figueiredo Jardim, brasileiro residente no Brasil

Miguel Ángel Blesa, argentino residente na Argentina

Juan Martin Rodriguez, peruano residente no Peru

Lorena del Pilar Cornejo Ponce, chilena residente no Chile

Maria Cristina Apella, argentina residente na Argentina

Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, argentina residente no Brasil

POTABILIZACIÓN DE AGUA POR TECNOLOGÍAS ECONÓMICAS EN ZONAS RURALES AISLADAS DEL MERCOSUR

I. RESUMEN

Se muestran los resultados del proyecto desarrollado para proveer agua potable segura en zonas rurales aisladas con escasos recursos hídricos y económicos mediante tecnologías económicas y socialmente aceptables por la población. En este proyecto participaron seis países de América Latina y el Caribe (Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Trinidad y Tobago). Las tecnologías ofrecidas –todas ellas en botellas plásticas de bebidas comerciales– fueron la Desinfección Solar (SODIS), la Remoción de Arsénico por Oxidación Solar (SORAS) y la Fotocatálisis Heterogénea Solar con Dióxido de Titanio (FHS). Se describen los objetivos del proyecto, su justificación y las actividades desarrolladas por los grupos de Argentina, Brasil, Chile y Perú.

La utilización de la luz solar, lo económico de las tecnologías propuestas, su sencillez y grado de aceptación por las comunidades donde podrían aplicarse indican que se trata de un exitoso proyecto que ha tratado de conectar la investigación básica aplicada de primer nivel con la resolución de problemas sociales muy graves de zonas aisladas de la región y cooperar con políticas de inclusión social. La labor realizada incluye actividades de investigación básica, desarrollo, formación de recursos humanos y difusión social para impulsar las metodologías, en un marco de perspectivas de sustentabilidad, visualizándose un pronto retorno social a plazo muy corto de la inversión realizada en Investigación y Desarrollo.

2. EL PROBLEMA DEL AGUA EN AMÉRICA LATINA

El agua es la esencia de la vida y dignidad humana y ha sido, desde los inicios de la humanidad, una necesidad de consumo prioritaria para el ser humano, jugando un rol estratégico y clave en el desarrollo de sus civilizaciones. Su acceso y disponibilidad es fundamental para la reducción de la pobreza, proveyendo a la población de elementos esenciales para su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, y tal como manifiesta la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua no es sólo un recurso natural limitado y un bien público sino un derecho humano, así definido en 2002 por las Naciones Unidas [1]. A pesar de ello, es bien sabido que su distribución en el planeta no es igualitaria, y una buena parte de la población mundial no dispone de ella en calidad y cantidad suficientes.

En regiones pobres del Tercer Mundo, la contaminación del agua y el limitado acceso al agua potable induce problemas sociales, económicos y de salud. La situación más grave se presenta en las zonas rurales: de los 1.200 millones de personas en el mundo con insuficiente acceso al agua potable, alrededor de 800 millones son habitantes rurales, con alto grado de aislamiento y dispersión y con muy bajas condiciones de calidad de vida, prestaciones de salud y prevención de enfermedades [2]. A ello se añade el grado de pobreza extrema que llega a niveles alarmantes en algunos países y, desgraciadamente, en creciente aumento. Los países latinoamericanos se encuentran especialmente castigados por este problema: según datos de la OMS, alrededor de 100.000 niños mueren cada año en la región por enfermedades asociadas a las diarreas y enfermedades endémicas fatales (hepatitis, fiebre tifoidea o cólera), originadas generalmente por las condiciones insalubres del agua. Un 30% de la población vive en localidades con menos de 2.500 habitantes, donde los pobladores, sin recursos económicos ni apoyo tecnológico del estado, utilizan agua de ríos, vertientes, pozos, estanques y otras fuentes, caracterizadas por un elevado grado de contaminación. La situación se agrava en regiones agrícola-ganaderas, donde se han venido usando desde hace tiempo plaguicidas y fertilizantes químicos de relativa toxicidad. Otro aspecto muy grave del problema son los altísimos niveles

de arsénico encontrados en aguas subterráneas, principalmente en Argentina, México y Chile. La presencia de arsénico en aguas de consumo ha ocasionado la diseminación del hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), una enfermedad que se manifiesta por bioindicadores corporales a través de una tríada de síndromes patológicos: melanodermia, leucodermia y/o queratosis palmoplantar, terminando en alteraciones de la piel e, incluso, cáncer. En Argentina, las fuentes del arsénico son naturales; en otros países proviene de la actividad minera [3], y en Chile y Perú el origen es mixto, proviniendo de la actividad volcánica y la minería [4].

Es necesario resaltar que la falta de agua potable local origina muchas veces la necesidad de colectarla en lugares alejados. Dado que, en general, en las poblaciones rurales el hombre es el encargado de realizar tareas para el sustento de su familia, la colecta de agua está a cargo de mujeres y niños, con la consiguiente pérdida de un tiempo precioso que podría destinarse a tareas educacionales, al juego y al esparcimiento.

El problema del agua se acentúa por la falta de técnicas bien establecidas para la desinfección y descontaminación. Para los habitantes por debajo de la línea de pobreza, el tradicional método de hervir el agua para su potabilización puede no ser una solución adecuada por la posibilidad de ocurrencia de incendios y la escasez de energía. Este método tampoco elimina arsénico y metales pesados, así como compuestos orgánicos recalcitrantes, sino que, por el contrario, los concentra, aumentando así su toxicidad. La eliminación de contaminantes en aguas mediante metodologías tradicionales es cara y difícil de implementar en poblaciones dispersas, por lo que se hace necesario el desarrollo de tecnologías simples *in situ*, eficientes y de bajo costo, pero a la vez, socialmente aceptadas por la población.

A través del conocimiento científico-tecnológico, es posible contribuir con soluciones técnicas y educativas que culminen en una mejora de la calidad de vida. No se pretende solucionar globalmente el problema de la provisión del agua –tema que es o debe ser objeto de políticas gubernamentales– sino sólo brindar una herramienta, limitada, pero capaz de contribuir a paliar los problemas de las poblaciones más carenciadas.

Entre 2002 y 2006, en el marco del Proyecto OEA/AE/141 de la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo de la Organización de Estados Americanos, un grupo de expertos en tratamiento de aguas por tecnologías solares de seis países de América Latina y el Caribe –Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Trinidad y Tobago– ha desarrollado y validado tecnologías de bajo costo para tratar aguas en localidades aisladas y carenciadas. En este Proyecto se realizaron, además, acciones tendientes a la diseminación de las tecnologías y a la sustentabilidad del proyecto en el tiempo. El Proyecto acaba de finalizar exitosamente, habiendo obtenido excelentes calificaciones en su evaluación periódica por expertos de la OEA. En el presente trabajo se describirán parte de las actividades realizadas por los grupos de los países que participan en esta presentación: Argentina, Brasil, Chile y Perú. Los resultados de los otros grupos han sido similares e igualmente exitosos.

Se han propuesto tres tecnologías de potabilización de aguas a nivel domiciliario en botellas plásticas y por acción solar: la Desinfección Solar (SODIS), la Remoción de Arsénico por Oxidación Solar (SORAS) y la Fotocatálisis Heterogénea Solar con Dióxido de Titanio (FHS). Estas tecnologías no requieren equipamiento o desarrollos tecnológicos sofisticados o caros, ni altos costos de energía. Dependen únicamente de la energía solar, y son especialmente aptas para regiones con alta incidencia de radiación, es decir, más de 3.000 horas anuales en promedio, como las que se encuentran en las regiones de América Latina de climas tropicales.

3. LAS TECNOLOGÍAS PROPUESTAS

SODIS. Esta tecnología fue iniciada por Acra y col. [5] y desarrollada posteriormente por Wegelin y col., quienes confirmaron su eficiencia en la remoción de indicadores de contaminación bacteriológica [2,6,7]. El proceso trata el agua en botellas de plástico transparente –politereftalato de etileno (PET)– expuestas por algunas horas a la radiación solar, que actúa por combinación de luz ultravioleta UV-A (315-400 nm) e infrarroja. De esta forma, la elevación de la temperatura del agua a unos 50-55 °C, en conjunción con la radiación UV, puede inactivar bacterias y virus (incluyendo al *Vibrio cholerae*). El método

cumple con excelentes criterios económicos y de factibilidad: las botellas de plástico son un residuo de consumo habitual, fácilmente disponible en las localidades; pueden usarse no sólo para el tratamiento sino para el transporte y consumo final del agua a nivel doméstico. La Figura 1 muestra un esquema muy simple de esta tecnología.

SORAS. Esta sencilla tecnología aún en desarrollo puede usarse para abatir la contaminación por arsénico en zonas aisladas [3]. El arsénico se encuentra en las aguas naturales en dos formas químicas diferentes, As(III) y As(V). SORAS emplea citrato férrico que, bajo luz solar y en presencia de oxígeno, promueve la formación de especies muy activas que oxidan el As(III) a As(V), menos tóxico y más fácilmente eliminable por su alta adsorción sobre el precipitado de hidróxido de hierro que se forma en esas condiciones. El citrato se agrega en forma de gotas de jugo de limón al agua a tratar (que generalmente contiene Fe), y las aguas en botellas plásticas se exponen al sol por algunas horas, de igual modo que en SODIS. Durante la noche, las botellas se colocan en posición vertical, el Fe y el As floculan, y el agua purificada se decanta de las partículas o se filtra a través de materiales cerámicos o simples paños textiles. En la Figura 2 se muestra un esquema de los procesos que intervienen en SORAS.

FIGURA 1 – Esquema de la Tecnología SODIS

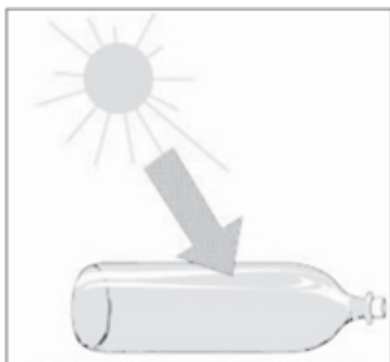
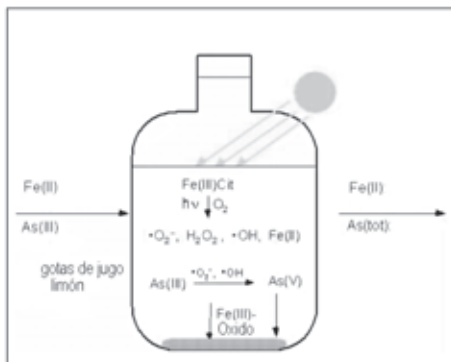
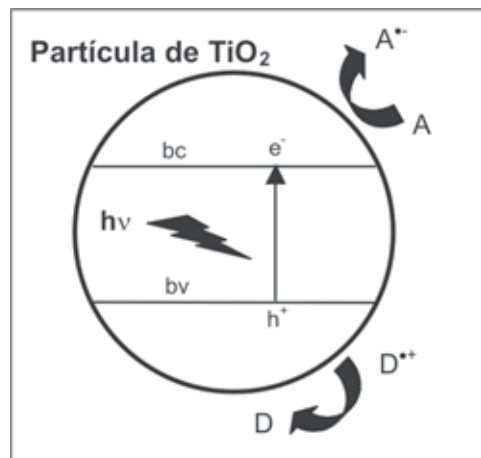


FIGURA 2 – Esquema de oxidación solar de As(III) a As(V) (adaptado de [3b])



Fotocatálisis Heterogénea Solar. La Fotocatálisis Heterogénea con TiO_2 (FH) [8] pertenece al grupo de los métodos de purificación de aguas conocidos como Procesos Avanzados de Oxidación. Usa un semiconductor nanoparticulado, el dióxido de titanio (TiO_2), que absorbe luz UV y genera centros reductores y oxidantes (pares electrón-hueco, e^-/h^+) altamente reactivos, los cuales producen la transformación química de contaminantes. En la Figura 3 se muestra un esquema del proceso fotocatalítico. El proceso puede usar lámparas UV o luz solar (en este caso la denominaremos FHS). El TiO_2 es económico, reutilizable y no es tóxico. El procedimiento puede eliminar contaminantes orgánicos y tóxicos inorgánicos como cromo o arsénico, y hasta tiene la capacidad de destruir bacterias y virus [9]. Para evitar el proceso de filtración posterior del TiO_2 del agua tratada, que encarece el método, el catalizador debe introducirse en las botellas convenientemente soportado, siendo éste un aspecto crucial en el desarrollo de la tecnología.

FIGURA 3 – Esquema del proceso fotocatalítico con dióxido de titanio



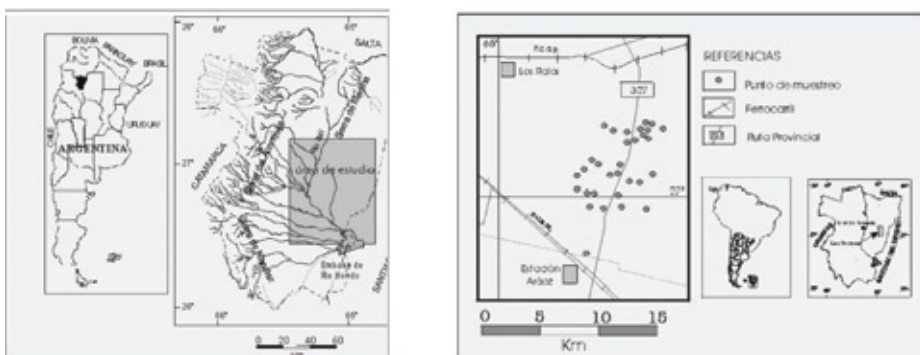
4. RESULTADOS OBTENIDOS

Relevamiento de localidades de aplicación de las tecnologías [4]

Para definir las localidades más apropiadas para la aplicación de las tecnologías, se tuvo en cuenta la existencia de núcleos poblacionales dispersos y no conectados a redes de provisión de agua potable, con condiciones socioeconómicas desfavorables. También se consideraron niveles altos de arsénico en aguas de consumo y antecedentes de incidencia epidemiológica del HACRE, así como disponibilidad de alta radiación solar y facilidad de acceso a los sitios escogidos para realizar pruebas de campo.

Argentina. La región de estudio elegida se encuentra en el sector SE de la provincia de Tucumán, en la Cuenca del río Salí, aproximadamente entre los paralelos 26°20' y 28°30'S y los meridianos 64°45' y 65°30'O (Figura 4). Las aguas que alberga son intensamente explotadas para consumo humano, industrial y riego, y constituyen la base del desarrollo urbano, agrícola e industrial del sector. El clima de la región es subtropical con una estación seca (mayo-septiembre). La precipitación media anual es de 800 mm y la temperatura media, 19 °C. La zona posee niveles elevados de radiación solar.

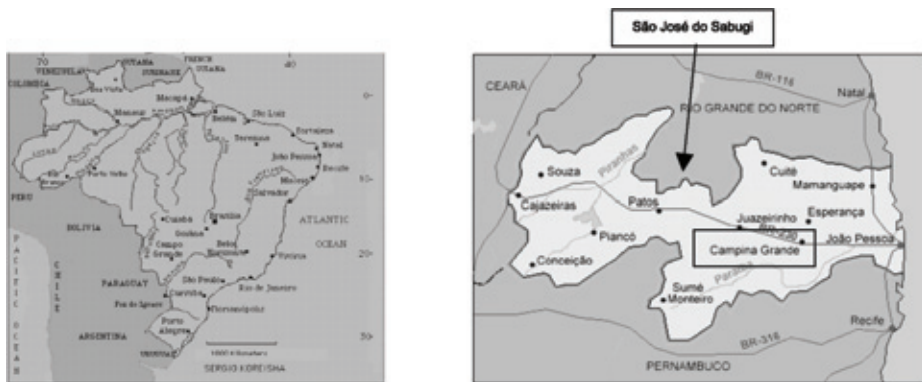
FIGURA 4 – Ubicación del área de estudio en la República Argentina (tomado de [10])



La población de Los Pereyra, un pequeño asentamiento de 1.000 habitantes sobre la ruta Provincial 327 (Figura 4), a 70 km de San Miguel de Tucumán, donde se encuentra el equipo de trabajo de la Universidad Nacional de Tucumán, fue elegida debido a la detección de casos de HACRE. La falta de red de distribución de agua y la ausencia de cursos de agua superficiales destacados hace necesario extraer agua de pozos para el consumo, la cual presenta contaminación orgánica, microbiológica y As en concentraciones superiores al valor estipulado por la OMS ($10 \mu\text{g L}^{-1}$) [11].

Brasil. Se relevaron dos zonas en el Estado de *Paraíba*, nordeste brasileño, Campina Grande y São José do Sabugi, donde están situadas las universidades Federal de Campina Grande (UFCG) y Estatal de Paraíba (UEPB) (Figura 5).

FIGURA 5 – Localización de la zona de Campina Grande y del Municipio de São José do Sabugi, Estado de *Paraíba*, Brasil



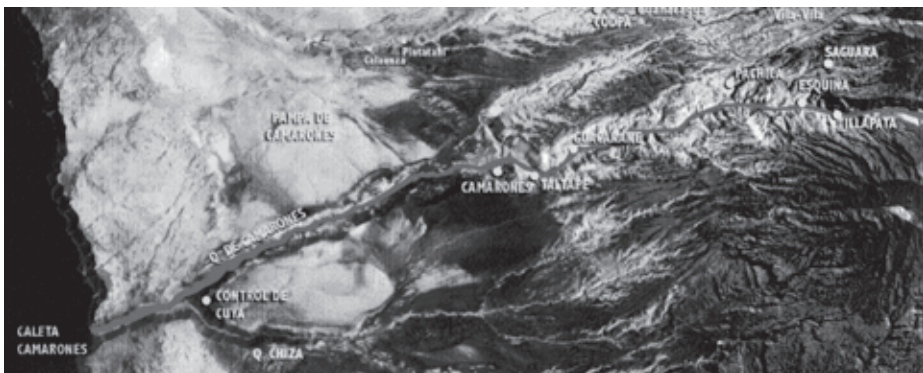
Las zonas rurales de esta región no poseen suministro de agua potable de red o éste es intermitente. Algunas comunidades cuentan con cisternas públicas o grifos instalados en escuelas, pero la mayoría de la población debe recorrer varios kilómetros hasta las fuentes de agua más próximas, generalmente contaminadas y de difícil acceso. Estas fuentes tienen un uso múltiple que favorece la contaminación y ocasiona una

cadena de enfermedades de origen hídrico. Como manantial más adecuado para el estudio se eligió el embalse de *Dona Judite* ($07^{\circ}25'00''$ - $07^{\circ}20'00''$ S y $35^{\circ}30'00''$ - $36^{\circ}06'00''$ O), a 40 km de la UFCG, donde se realizó el trabajo experimental. El agua del embalse se destina a riego, baño, lavado de ropa y consumo para animales y humano sin ningún tipo de tratamiento. El clima es semiárido, con valores medios anuales de lluvias de 350 a 500 mm y temperaturas de 25-30 °C.

Un segundo estudio se realizó en São José do Sabugi, en la región del *sertão* brasileño ($06^{\circ}88'00''$ - $06^{\circ}75'00''$ S y $36^{\circ}74'00''$ - $36^{\circ}90'00''$ O). Su población es de 3.842 habitantes, con un 43% de población rural; sólo el 42% de la población se beneficia con agua potable de la red pública. La economía es básicamente agropecuaria. El clima es semiárido caliente y seco, con medias anuales de precipitación de 239 a 479 mm y temperatura media entre 26 y 32 °C. La región tiene una excelente disponibilidad de luz solar.

Chile. El estudio se realizó en la Quebrada de Camarones, unos 100 km al sur de la ciudad de Arica, en el norte de Chile ($19^{\circ}00'$ S y $69^{\circ}47'$ O) (Figura 6). Es un terreno angosto y sinuoso, de 150 km de longitud y superficie aproximada de 4.500 ha, surcada por el río Camarones, el recurso de agua más importante de la zona.

FIGURA 6 – Localización de la comuna de Camarones, provincia de Arica, Chile

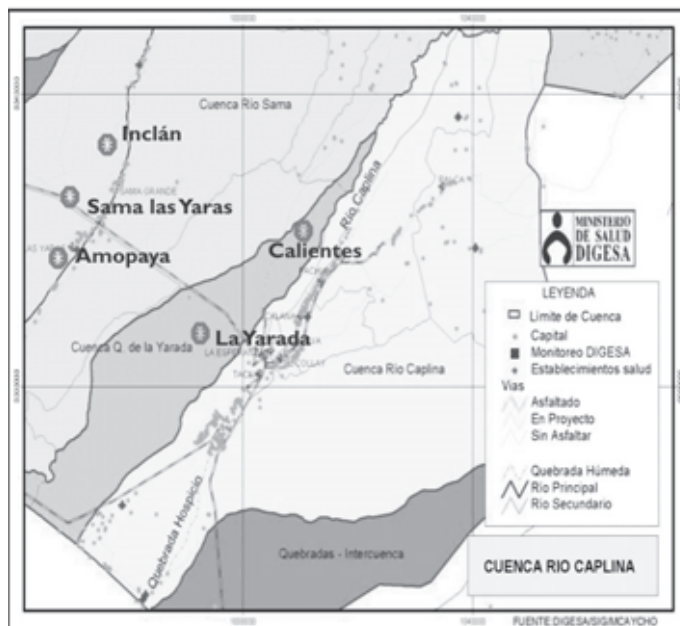


En la comuna de Camarones se ha detectado una elevada presencia de As de origen natural en aguas de consumo humano, con valores del orden de 1 mg L^{-1} , e incidencia de HACRE ampliamente documentada [12]. Los poblados están dispersos y aislados, no están conectados a la red de agua potable y las condiciones socioeconómicas son muy desfavorables.

Perú. Se estudiaron dos regiones, una en la periferia de Lima y la segunda en Tacna.

La primera región corresponde a tres nacientes o manantes del Distrito de Puente Piedra, Lima, que son fuentes de agua de abastecimiento y consumo directo. El manante Choqué se encuentra próximo a un canal de desagüe, el Tamboinga se sitúa en la zona de San Remo y el manante Sauces se encuentra en la zona de Gallinazos. Los tres están totalmente expuestos al ambiente y presentan contaminación bacteriana.

FIGURA 7 – Localización de la zona de estudio en Tacna, Perú



Tacna se halla en el extremo sur de Perú ($16^{\circ}58'00''-18^{\circ}21'35''S$ y $60^{\circ}28'00''-71^{\circ}00'02''O$), en la cabecera del desierto de Atacama, cuya característica esencial es la hiperaridez, una limitación grave en recursos hídricos para uso agropecuario y consumo humano. El agua de la zona se obtiene de las cuencas de Caplina, Uchusuma, Sama y Locumba, con un recurso subterráneo en el sector de La Yarada (Figura 7). El distrito de Sama las Yaras fue elegido debido a los altos niveles de As existentes en el agua de consumo extraída del subsuelo.

Desarrollo y validación de las tecnologías en las localidades escogidas [10,13,14]

SODIS-FHS

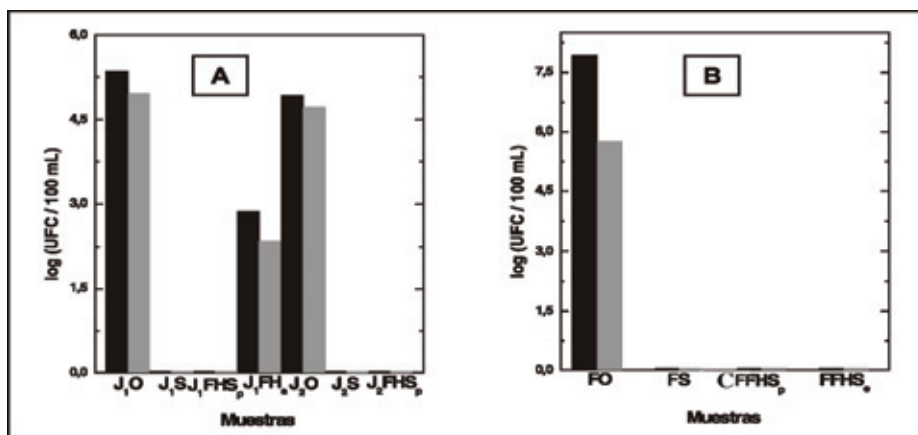
Argentina. Se optimizó la fijación del fotocatalizador TiO_2 a esferas de porcelana comerciales [15], a la pared de botellas de PET de bebidas y a anillos Raschig de vidrio [16] por impregnación directa de una suspensión acuosa ácida de TiO_2 comercial (Degussa P-25). La fijación resultó conveniente debido a la gran estabilidad mostrada por el TiO_2 durante distintas operaciones, pero se considera que las botellas son superiores a los otros materiales para la aplicación FHS, ya que no usan rellenos frágiles y podrían ser fácilmente preparadas en el lugar.

Trabajos preliminares realizados en muestras de aguas de Los Pereyra, del río de la Plata y de lagos recreativos de la Ciudad de Buenos Aires [13] indicaron que el método SODIS produce la eliminación completa de coliformes fecales, cumpliendo con las normas de la OMS para agua de consumo humano [17]. Se concluyó, por lo tanto, que la tecnología resulta excelente para eliminar contaminación bacteriana en aguas reales argentinas de distinto origen.

Los ensayos comparativos de SODIS (S), FHS con TiO_2 en la pared de la botella (FHS_p) y FHS con esferas de porcelana (FHS_e) se realizaron sobre aguas sintéticas de composición iónica semejante a la de pozos someros de Los Pereyra y carga bacteriana conocida, y sobre muestras reales. Las aguas fueron caracterizadas químicamente por métodos

estándar [18,19] y la carga bacteriana se cuantificó por el método de membrana filtrante [18]. Se irradiaron muestras de agua en botellas PET de agua mineral local con luz solar por 4 h y se determinó el efecto de protección residual realizando un recuento bacteriano 24 h después del tratamiento. En la Figura 8 se muestran resultados de ensayos en aguas reales. Los tres procesos mostraron alta efectividad de desinfección, pero FHS_p parece brindar una protección adicional en períodos sin luz (no se muestran los resultados) en comparación con los otros casos, lo cual se debería a un mejor aprovechamiento de la radiación solar por el depósito de la botella.

FIGURA 8 – Número de coliformes totales (■) y fecales (■) en muestras de pozos de las familias Juárez (J₁ y J₂) (A) y Flores (F) (B) de Los Pereyra. O: original; S: SODIS; FHS_p y FHS_e: FHS con TiO₂ en la pared de la botella y esferas de porcelana, respectivamente. Tiempo de irradiación: 4 h. Intensidad máxima de radiación: 55-65 vatios m⁻²



La recuperación del desarrollo bacteriano 24 h después del tratamiento de aguas sintéticas no indicó grandes diferencias. El recuento bacteriano luego del tratamiento FHS_p arrojó números algo más altos, rondando las 35 UFC/100 mL (menos de 1 por diez mil de bacterias remanentes). Según la clasificación de Merierehofer y Wegelin [20], las aguas permanecen como de riesgo nulo o bajo/intermedio. Sin

embargo, en la mayoría de las aguas naturales se observa cierta recuperación del crecimiento de coliformes totales y *Enterococcus faecalis* a las 24 h de la exposición (Tabla 1), lo cual demuestra un limitado efecto de protección residual, indicando que el agua debería ser consumida antes de ese lapso [21].

TABLA 1 – Enumeración bacteriana de agua de pozo (familia Amaya) tratada por SODIS y FH

Bacterias (UFC/100 mL)	Muestra original	Muestras tratadas		24 h postratamiento	
	O	S	FHS _p	S	FHS _p
Coliformes totales	$5,0 \times 10^4$	0	0	$3,5 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$
Coliformes fecales	$3,6 \times 10^3$	0	0	0	0
Ent. faecalis	$3,3 \times 10^4$	0	0	3	50

S: SODIS; FHS: FHS con TiO₂ soportado a la pared de la botella. Tiempo de irradiación solar: 4 h. Intensidad máxima de radiación: 52 vatios m⁻².

La tecnología FHS_p fue aplicada también al tratamiento de aguas sintéticas conteniendo dos contaminantes modelo: 4-clorofenol, compuesto representativo de contaminación industrial y de disruptores endocrinos, y 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), un herbicida típicamente usado en la región tucumana. Experimentos de irradiación indicaron la satisfactoria eficiencia del método: bajo el débil sol del invierno de la Ciudad de Buenos Aires (34°38'S, 58°28'O, intensidad media de radiación: 5,9 vatios m⁻²) se pudo degradar en un 90% una solución 0,2 mM de 4-clorofenol luego de 18 h de irradiación, y en un 60% una solución 0,5 mM de 2,4-D luego de 12 h de irradiación, valores excelentes si se tiene en cuenta la alta resistencia de estos compuestos a la degradación por métodos convencionales [16].

Brasil. La fijación de TiO₂ se realizó por tres procedimientos. El procedimiento I fue la fijación a varillas de vidrio de un primer recubrimiento por una técnica sol-gel a partir de isopropóxido de titanio en 2-propanol y un segundo recubrimiento con suspensión de P-25 [14]. El procedimiento

II fue la aplicación por *dip-coating* de varias capas de una mezcla de una solución de isopropóxido de titanio en 2-propanol con una suspensión ácida de P-25 en agua [21]. El procedimiento III fue el mismo aplicado por el grupo argentino mencionado en la sección anterior [16].

Se evaluó la eficiencia de desinfección por SODIS y FH de aguas del embalse de *Dona Judite*, caracterizadas de acuerdo a normas estándar [18]. Se usaron botellas PET y en los ensayos FH se agregaron dos varillas recubiertas con el catalizador por el procedimiento I. Las botellas fueron irradiadas durante siete horas (Figura 9). La cuantificación de coliformes totales y de *E. coli* fue realizada por la técnica NMP (Número Más Probable de Microorganismos), utilizando el método Colilert [18].

FIGURA 9 – Botellas irradiadas para validar los métodos SODIS y FH en Campina Grande, Brasil



Los resultados indican mejores rendimientos en presencia del catalizador (Tabla 2). Debe tenerse en cuenta que en las últimas tres horas de este experimento se produjo un fuerte descenso de la radiación solar debido a una nubosidad elevada. Si bien los valores encontrados superan los límites establecidos por la OMS [17] y por el Ministerio de Salud brasileño [22] (ausencia total de *E. coli* para agua potable), el valor es un orden de magnitud menor al final del tratamiento FHS, lo cual sugiere que con mayor tiempo de exposición y en días despejados se podría llegar fácilmente a cumplir ese patrón.

TABLA 2 – Eficiencias de desinfección obtenidas en los ensayos SODIS y FHS después de 7 h de exposición solar

Ensayo	Coliformes totales			Escherichia coli		
	N ₀	N	(-log N/N ₀)	N ₀	N	(-log N/N ₀)
SODIS	2,4 × 10 ⁴	3,1 × 10 ¹	2,89	1,5 × 10 ³	2,1 × 10 ¹	1,85
FHS	2,4 × 10 ⁴	3,1	3,89	1,5 × 10 ³	3,1	2,68

N₀ y N: valores iniciales y finales del NMP/100 mL

Se realizaron otros estudios en aguas de la Comunidad Riacho da Serra de São José do Sabugi para evaluar la eficiencia comparativa de cuatro tratamientos: FHS con varillas recubiertas con TiO₂ por el procedimiento II, FH con TiO₂ en la pared de la botella PET (procedimiento III), SODIS y SODIS con la botella medio pintada de negro (este procedimiento aumenta la temperatura alcanzada por el agua en el interior de la botella). Luego de seis horas de exposición solar, los cuatro tratamientos presentaron la misma eficiencia de desinfección, pero FH se destacó por asegurar una tasa constante de decrecimiento de la concentración de coliformes totales a partir de la primera hora, lo cual garantiza al menos una reducción importante de los microorganismos en el caso de que no sea posible completar las seis horas. No hubo recrecimiento bacteriano luego de las 24 h posteriores a los tratamientos, lo que posibilita el consumo del agua en ese período.

Otro dato interesante aportado por el grupo fue la demostración de la acción alguicida de la FH, comprobadamente superior a la del proceso SODIS.

Perú. Se impregnaron esferas de vidrio con TiO₂ mediante una técnica sol-gel con isopropóxido de titanio en etanol, seguido de tratamiento térmico a 500 °C.

Se evaluó la eficiencia de desinfección por SODIS y FHS en botellas PET conteniendo 500 ml de agua del manante Choqué con contaminación natural de *E. coli*. La Tabla 3 muestra los resultados comparativos de SODIS, FHS con esferas recubiertas con TiO₂ y FHS con suspensión de P-25. La concentración de bacterias se midió por el método de membrana filtrante [18]. En todos los casos, se observó un decrecimiento de la población bacteriana, pero las esferas presentaron mejores resultados que SODIS y estuvieron entre los obtenidos utilizando 1 y 2 mg L⁻¹ de suspensión de TiO₂ [21].

TABLA 3 – Eficiencias de desinfección obtenidas en los ensayos SODIS y FH en aguas del manante Choqué (22-25 vatios m⁻², medido a 310-400 nm)

Tiempo de exposición solar	UFC/10 mL E. coli			
	SODIS	FHS con esferas	FHS con TiO ₂ (1 mg L ⁻¹)	FHS con TiO ₂ (2 mg L ⁻¹)
Control inicial	39	39	36	36
1 h 26 min	32	14	28	17
2 h 52 min	27	4	5	1
Control final	45	45	33	33

Conclusiones de los ensayos de desinfección y descontaminación orgánica. SODIS resulta un método muy simple, potencialmente apto para la desinfección de aguas de distinta composición y origen, pero no tiene capacidad para remover contaminación orgánica. En contraste, FHS es una alternativa viable y versátil, ya que permite simultáneamente la desinfección y degradación de contaminantes químicos, además de tener bajo costo y fácil utilización. La adhesión del TiO₂ a la pared de la botella es recomendable por su practicidad y economía. Debido a la posibilidad de recrecimiento, el agua debería ser consumida rápidamente después del tratamiento. Sin embargo, debe hacerse notar que ésta suele ser la práctica usual debido a la escasez de agua segura en las localidades y la necesidad de su colección diaria.

SORAS y FHS para remoción de arsénico

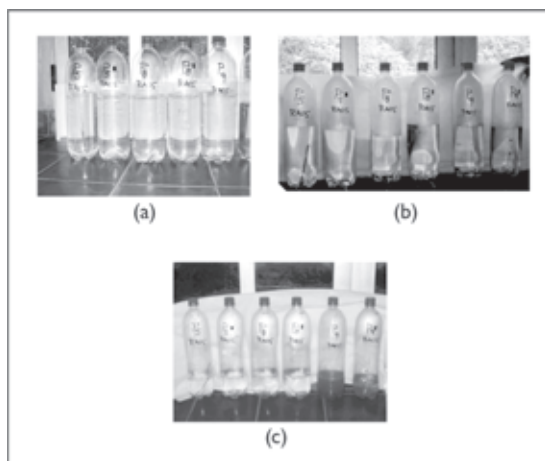
Argentina. La primera etapa del trabajo estuvo orientada a la optimización de SORAS mediante ensayos con aguas sintéticas de composición iónica controlada (CIC) similar a la de pozos someros de Los Pereyra¹. Los ensayos preliminares con aguas CIC conteniendo 270 µg L⁻¹ de As(III) indicaron que para obtener una remoción superior al 90% (por debajo de los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (50 µg L⁻¹) [23]) era necesaria la adición externa de hierro, una

¹ Durante el transcurso de estos estudios, las concentraciones de As se midieron por diversas técnicas: absorción atómica, espectroscopía de emisión atómica por plasma de acoplamiento inductivo, ICP-OES, fluorescencia de rayos X por reflexión total, TXRF y métodos espectrofotométricos.

exposición al sol superior a tres horas y evitar exceso de jugo de limón; incluso se llegaba a los mismos niveles de remoción sin jugo de limón, aunque su adición era aconsejable para asegurar la oxidación total del As(III). Para una efectiva remoción se debía dejar decantar la suspensión por 24 h. Sin embargo, la eficiencia del método con aguas reales fue menor, debido a la influencia de la composición química del agua [10,24].

Posteriormente, se exploró el uso de minerales autóctonos y materiales económicos de la región como fuente de hierro. Mediante ensayos con aguas CIC, se encontraron potencialmente aptos minerales como pelitas de las formaciones geológicas El Cadillal y Potrero de las Tablas, alambre de enfardar no galvanizado y areniscas locales. Los mejores resultados de remoción (72-87%) se obtuvieron con alambre de enfardar (6 g L⁻¹) en ausencia de jugo de limón. El alambre de enfardar, constituido casi completamente por hierro puro, es un material típicamente usado en actividades agrícolas de la región, es barato, fácilmente accesible y de fácil manipulación por la población. En la Figura 10 se observan experimentos realizados con agua CIC con alambre de enfardar a distintos pH. Aunque la mayor remoción ocurrió a pH 5, se obtuvo una muy buena eficiencia (60-80%) a pH 7-8, promedio de las aguas de la región [14,25].

FIGURA 10 – Aplicación del método SORAS modificado en aguas CIC a distintos valores de pH. (a) Antes, (b) después de 4 h y (c) después de 48 h de exposición solar



Ensayos en aguas reales de Los Pereyra ($340 \mu\text{g L}^{-1}$ de As) con alambre de enfardar (6 g L^{-1}), e irradiación solar por seis horas seguida de 24 horas en la oscuridad dieron una remoción del 72%. La luz solar mostró en este caso una notable influencia ya que un ensayo similar en la oscuridad dio sólo 49% de remoción.

En experimentos posteriores, se ensayó la eficiencia de la “lana de acero” (Virulana®), un material comúnmente empleado para la limpieza de utensilios de cocina, compuesto también por hierro puro. En aguas sintéticas ($[\text{As(V)}]_0 = 1000 \mu\text{g L}^{-1}$) y bajo irradiación artificial se obtuvo mayor eficiencia de remoción con 6 g L^{-1} de este material que con la misma cantidad de alambre de enfardar: luego de dos horas de irradiación y 24 h en la oscuridad, la cantidad de As removido fue de 83 y 100% con alambre de enfardar y lana de acero respectivamente, lo cual puede ser atribuido a una mayor superficie oxidable expuesta en el segundo caso. Por otra parte, con una irradiación más prolongada (ocho horas) la cantidad de lana de acero podía reducirse a $0,6 \text{ g L}^{-1}$, lo cual hace al proceso aún más económico.

También se estudió la efectividad de la FH para remoción de As, realizando experimentos exploratorios con luz artificial (366 nm), TiO_2 en suspensión y agregado simultáneo o posterior de FeCl_3 o de alambre de enfardar, obteniéndose una remoción casi cuantitativa del As. Experimentos en botellas PET impregnadas con TiO_2 según la ref. [16], con aguas reales de Las Hermanas (Prov. de Santiago del Estero) conteniendo concentraciones de As en el rango $1000\text{-}1900 \mu\text{g L}^{-1}$, bajo irradiación solar por más de 4 h ($16\text{-}20 \text{ vatios cm}^{-2}$), con el agregado de FeCl_3 al final de la irradiación, dieron concentraciones de As remanente por debajo de los estándares nacionales y en algunos casos por debajo de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ [21,26].

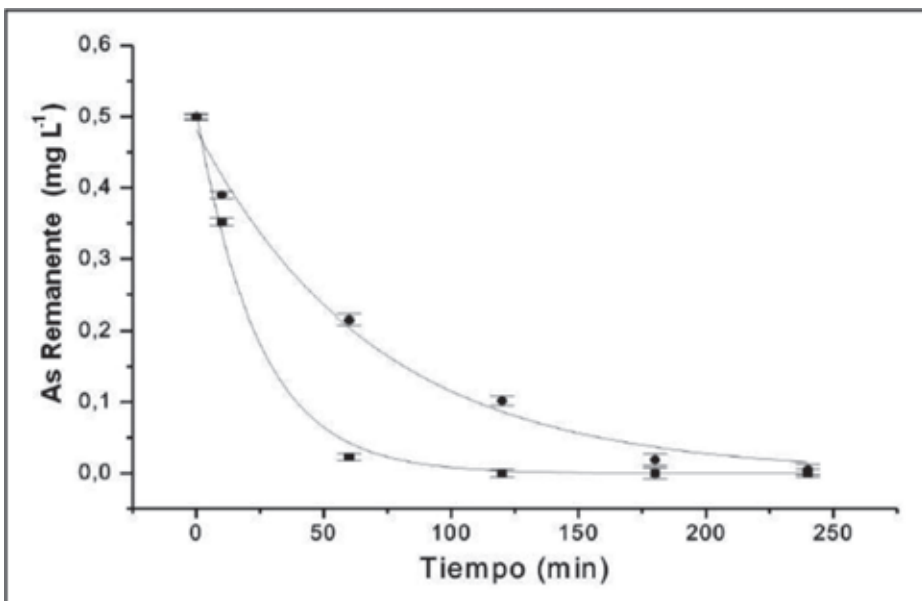
Chile. Ensayos de laboratorio realizados con lámpara UV a partir de $500 \mu\text{g L}^{-1}$ de As(III), FeSO_4 y citrato de sodio, arrojaron una remoción de As (medido por absorción atómica) del 95% a las 6 h de iluminación cuando se usó la relación molar óptima As/Fe(II)/citrato 1:19:5, obtenida mediante un diseño experimental previo [10]. Partiendo de

As(V), la relación óptima fue 1:16:7,74. Por lo tanto, dado que muchas aguas naturales chilenas no poseen la concentración de hierro requerida para alcanzar esta relación, se concluyó que era necesaria su adición externa [27].

Se ensayó también el efecto del jugo de tres tipos distintos de limón: amarillo pequeño de cáscara delgada y con semilla, amarillo grande de cáscara gruesa con semilla y verde de cáscara delgada sin semilla. La mejor remoción de As(V) se logró con la adición de una gota de limón verde sin semilla [14].

El método SORAS fue evaluado en aguas del río Camarones en botellas plásticas bajo iluminación solar, con agregado de FeSO_4 y jugo de limón en las cantidades optimizadas. Al cabo de seis horas de iluminación, se obtuvo un resultado excelente, similar al del agua modelo: 99,8% en ambos casos (Figura 11).

FIGURA 11 – Remoción de arsénico en terreno asistida por luz solar: (■) Agua de Camarones, (●) muestra sintética



Se evaluaron luego distintos materiales como fuente de hierro, que fueran económicos y de fácil acceso para los pobladores (clavos, alambre, lana de acero etc.). La mejor eficiencia de remoción (99,8%) se obtuvo usando 2 g L⁻¹ de lana de acero con una gota de jugo de limón [10]. La posterior adaptación y puesta a punto del método se realizó con muestras reales e *in situ* en los poblados de Camarones y Esquiña – Ilapata, con excelentes resultados [14, 21-28].

En este caso se logró además la articulación de las tecnologías SORAS y SODIS en aguas del poblado de Camarones, conteniendo 1000 µg L⁻¹ de arsénico total y 2000 UFC/100 mL de coliformes totales. Los resultados obtenidos indican que luego de tres horas de irradiación solar y 48 h de postratamiento ya no se observa la presencia de coliformes totales y con dos horas de irradiación la concentración de arsénico se reduce a menos de 10 µg L⁻¹, cumpliendo con las normas internacionales [11] y el valor recomendado por el Instituto Nacional de Normalización de Chile [29].

Perú. Se evaluó la aplicación de la tecnología SORAS en aguas del río Sama y de la Quebrada de la Yarada, en Tacna. En este caso el arsénico se determinó mediante un método espectrofotométrico [21].

Estudios en botellas PET con muestras sintéticas conteniendo 200 a 500 µg L⁻¹ de arsénico, con el agregado de gotas de jugo de limón y 5000 mg L⁻¹ de Fe(II), bajo irradiación solar por cuatro horas y reposo en la oscuridad durante toda la noche, dieron una remoción superior al 80%.

Las muestras reales fueron recolectadas de un pozo de riego tecnificado cuya agua es consumida por los pobladores. La concentración de arsénico sobrepasa los niveles permisibles de la norma técnica peruana (50 µg L⁻¹) y contiene 90% de As(V). La aplicación de la tecnología SORAS, convenientemente modificada, fue exitosa. La irradiación solar por cuatro horas con alambre de hierro de enfardar (4 g en 700 mL de agua) logró remover el 95% del As; el agregado de jugo de limón (1-10 gotas) mejoró los resultados sólo en un 5%.

Conclusiones de los ensayos SORAS y FH para remoción de As. Se comprobó que la aplicación del método SORAS en aguas reales

es factible siempre y cuando se modifique la tecnología en relación con las propiedades del agua de cada región, dado que la capacidad del método es muy dependiente de la composición del agua. Las siguientes son las conclusiones generales para la aplicación de SORAS:

1. En Bangladesh y otras regiones, el As se encuentra predominantemente como As(III) y las aguas contienen suficiente hierro, por lo cual el método SORAS ha tenido un éxito relativamente bueno. Sin embargo, en los países latinoamericanos, el As está predominantemente en su forma pentavalente y las aguas tienen bajo contenido de hierro, por lo cual es necesario su agregado externo. El uso de alambre de enfardar o, mejor aún, de «lana de acero», materiales muy económicos, parece conveniente.
2. En Tucumán y en Tacna se demostró que con alambre de enfardar no es necesario el agregado de jugo de limón.
3. La irradiación con luz solar aumenta notablemente la remoción.

Con relación a la aplicación de FH en botellas con adición de Fe(III) o Fe(0) (alambre de enfardar), los resultados son promisorios, con la ventaja de que podría eliminarse simultáneamente contaminación biológica, As y contaminación orgánica.

5. ASPECTOS SOCIALES DEL PROYECTO

Si bien no se hará aquí un detalle exhaustivo de las acciones realizadas para la difusión y aplicación de los métodos propuestos, señalaremos que en todas las localidades de estudio se han llevado a cabo las siguientes actividades [21]:

- 1) encuestas entre la población para relevar problemas socioeconómicos, educacionales y las características de consumo y necesidad de agua;
- 2) realización de análisis fisicoquímicos de aguas reales colectadas para conocer sus índices de contaminación;

- 3) en algunos casos, como en Chile, toma de muestras de pelo y uñas de pobladores para evaluar la presencia de As;
- 4) establecimiento de relaciones con autoridades locales, sanitaristas y educadores a fin de compenetrarlos en la problemática del consumo de agua no segura e inducirlos a tomar medidas para su prevención y solución; los ejemplos más notables han sido las campañas realizadas con el acuerdo de la Alcaldesa de Camarones, con el Alcalde de Sama, con las autoridades de Los Pereyra y con las del nordeste brasileño. La Figura 12 muestra una campaña en las oficinas de educación ambiental y de transferencia de SODIS para la comunidad de São José do Sabugi, donde se ha logrado que los pobladores usen ya en forma autónoma la tecnología, indicando la sustentabilidad del proyecto;

FIGURA 12 – Campaña de educación para el uso de SODIS en São José do Sabugi, Brasil



- 5) Establecimiento de relaciones con ONGs con el objetivo de iniciar campañas para la aplicación de las tecnologías y su replicación en otras localidades con problemas parecidos; como ejemplo, se mencionan actividades comenzadas en diversas localidades de Tucumán con la Fundación de Trabajadores Rurales y Estibadores de la Argentina (FUNDATRE).

Se debe mencionar además que una legisladora argentina ha presentado a la Cámara de Diputados de la Nación un Proyecto de Resolución [30] por el cual «se solicita al Poder Ejecutivo que se instrumente y difunda el programa desarrollado por la Unidad de Actividad Química de la Comisión Nacional de Energía Atómica sobre tecnologías económicas para la desinfección y descontaminación de aguas en regiones rurales de escasos recursos hídricos y económicos».

Por otra parte, autoridades de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva han contactado a los responsables del proyecto con el objetivo de iniciar un programa sobre la problemática del arsénico en ese país. Acciones similares se han dado en el resto de los países participantes.

6. CONCLUSIONES GENERALES

En el presente trabajo hemos demostrado que los conocimientos científicos sobre la interacción de la radiación solar con el agua y las sustancias y bacterias presentes en ella pueden conducir al desarrollo de tecnologías que usan materiales muy simples y luz solar. La concreción real de esta iniciativa depende de la transferencia al medio social, aspecto que también es tomado en cuenta en el diseño del proyecto. Las tecnologías propuestas pueden usarse solas o en combinación, son socioculturalmente aceptables por las comunidades rurales y no requieren equipamiento o desarrollos tecnológicos sofisticados o caros ni altos costos de energía. Como se ha dicho, dependen únicamente de la energía solar, que las regiones de América Latina de climas tropicales poseen en abundancia.

El proyecto ha comprendido no sólo la ejecución de actividades científico-tecnológicas sino también acciones para difundir e impulsar las metodologías, así como su diseminación, tales como contactos con autoridades de gobierno y ONGs, así como actividades sociales con las comunidades. Las actividades desarrolladas incluyen además una fuerte formación de recursos humanos jóvenes en tecnologías fotoquímicas de tratamiento de aguas y en materiales para su utilización. El Proyecto ha contribuido al aumento del conocimiento científico y tecnológico y al intercambio de información entre los países participantes y en la región.

Si a partir de ahora se logra aplicar las tecnologías en localidades dispersas, pobres y con escaso recurso de agua, y el proceso puede replicarse en otras poblaciones, se prevé un resultado exitoso en cuanto a la inclusión social de grupos marginados de población rural que viven en pésimas condiciones. La importancia de los procesos presentados radica en su **sustentabilidad**, que los vuelve independientes de las turbulencias políticas ya que pueden ser total e independientemente generados por el mismo usuario/beneficiario; en su **accesibilidad**, ya que democratiza la mejoría de la calidad de vida en comunidades donde la expectativa de vida es siempre inferior a la de los centros abastecidos por agua de red; por la **equidad social** al propiciar la oportunidad de usufructuar y acceder a un bien de inestimable valor a un costo accesible para dicha población. Las tecnologías propuestas favorecen la mejoría de las condiciones de trabajo, educación, seguridad alimenticia y nutricional, salud y saneamiento, y están dotadas de metodologías interactivas y participativas que estimulan la capacidad creativa e innovadora de comunidades locales y que valoran la diversidad cultural y la preservación del medio ambiente. Se puede predecir un retorno social a plazo muy corto de la inversión realizada por los grupos en Investigación y Desarrollo.

7. AGRADECIMIENTOS

A la Organización de Estados Americanos por el financiamiento del proyecto OEA/AE/141. A todas las instituciones a las cuales pertenecemos por el apoyo financiero y de infraestructura. A nuestros compañeros de estas instituciones, sin cuya dedicación y esfuerzo no hubiera podido realizarse este trabajo: Margarita Hidalgo, Silvia Farías, Graciela Custo, Eugenia Morgada, Miguel Mateu, Laura Dawidowski, Gabriela García, Christian Navntoft, Hurng Jinn Lin, María L. Gagliano, Gabriela Piperata, Luciana de la Fuente, Karina Levy, Martín Meichtry, Josefina d'Hiriart, Priscilla Powell, María C. Soria, Juan Giulitti, Federico La Morgia, Anne Marie Konig, Patricia P. Donaire, Héctor Mansilla, Frederick Lara, Jorge Yáñez, Cristian Lizama, M. Janet Arenas, Marianela Flores, Verónica Flores, Hugo Lienqueo, Jorge Platero, Jorge Acarapi, Clido Jorge, José Solís, Walter Estrada, Pablo Mendoza, Patricia Bedregal.

Al Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto (CIHDE) por las becas a los alumnos de la Universidad de Tarapacá, Chile. Al resto de los participantes del Proyecto OEA/AE/141, especialmente a María Teresa Leal (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), Antonio González Jiménez (Universidad Nacional Autónoma de México) y Ramsey Saunders (Universidad de West Indies, Trinidad y Tobago).

8. REFERENCIAS

[1] United Nations Committee on Economic, Social and Cultural Rights, International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights, article 11, 26/11/2002. <http://www.citizen.org/cmep/Water/humanright/articles.cfmID=8610>.

[2] M. Wegelin, EAWAG News, 48, 11-12, Septiembre 2000.

[3] a) S. Hug, EAWAG News, 49, 18-20, Diciembre 2000. b) M. Wegelin, D. Gechter, S. Hug, A. Mahmud, A. Motaleb. <http://www.sandec.ch/WaterTreatment/Documents/SORAS.pdf>.

[4] Relevamiento de Comunidades Rurales de América Latina para la aplicación de Tecnologías Económicas para Potabilización de Aguas, Proyecto OEA/AE141, M.I. Litter (Ed.), Digital Grafic, La Plata 2002. <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/agua-pura/default.htm>.

[5] Water Disinfection by Solar Radiation, Assessment and Application, A. Acra, M. Jurdi, H. Mu'alleem, Y. Karahagopian, Z. Raffoul, Technical Study 66e (1990). <http://www.idrc.ca/library/document/041882/>. IDRC Library: Documents, Ottawa, Canada, 1998.

[6] Water & sanitation in developing countries, EAWAG-SANDEC. <http://www.sodis.ch>.

[7] M. Wegelin, S. Canonica, K. Mechsner, T. Fleischmann, F. Pesaro, A. Metzler, J. Water SRT-Aqua, 43 (1994) 154.

[8] Eliminación de contaminantes por fotocatalisis heterogénea, M.A. Blesa (Ed.), Digital Grafic, La Plata, 2001. <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/CYTED/default.htm>.

[9] J.A. Ibáñez, M.I. Litter, R.A. Pizarro, J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 157 (2003) 81.

[10] Remoción de arsénico asistida por luz solar en comunidades rurales de América Latina, Proyecto OEA/AE141, M.I. Litter y H.D. Mansilla (Eds.) Digital Grafic, La Plata (2003). <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/agua-pura/default.htm>.

[11] OMS, 1993. Guidelines for drinking-water quality, second edition, volume 1.

[12] L. Figueroa Tagle. Arica inserta en una región arsenical. El arsénico en el ambiente que la afecta y 45 siglos de arsenicismo crónico, Ed. Universidad de Tarapacá, Chile, 2001.

[13] Desinfección solar de aguas en comunidades rurales de América Latina, Proyecto OEA/AE141, M.I. Litter y H.D. Mansilla (Eds.), Digital Grafic, La Plata (2003). <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/agua-pura/default.htm>.

[14] Avances en tecnologías económicas solares para desinfección, descontaminación y remoción de arsénico en aguas de comunidades rurales de América Latina (métodos FH y SORAS), Proyecto OEA/AE141, M.I. Litter y A. Jiménez González (Eds.), Digital Grafic, La Plata (2004). <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/agua-pura/default.htm>.

[15] G. Piperata, J.M. Meichtry, M.I. Litter, Progr. Colloid Polym. Sci., 128 (2004) 303.

[16] J.M. Meichtry, H. Lin, L. de la Fuente, I.K. Levy, E.A. Gautier, M.A. Blesa, M.I. Litter, J. Solar Energy Eng., 129 (2007) 119.

- [17] OMS-OPS, Guías para la Calidad del Agua Potable, Vol. 3, Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades, OPS (1988).
- [18] Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th ed. Washington, APHA/AWWA/WEF, 1992.
- [19] J. Rodier, Análisis de las aguas. 6a. ed., Omega, Barcelona (1989).
- [20] R. Mereierehofer, M. Wegelin, Solar Water Disinfection: a Guide for the Application of SODIS. SANDEC Report N° 06/02 (2002). www.sodis.ch.
- [21] Resultados finales del Proyecto OEA/AE141: investigación, desarrollo, validación y aplicación de tecnologías solares para la potabilización de agua en zonas rurales aisladas de América Latina y el Caribe, M.I. Litter (Ed.) 2006. <http://www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/agua-pura/default.htm>.
- [22] Norma 518, Ministerio de Salud de Brasil, 25 de marzo de 2004.
- [23] Código Alimentario Argentino 1994. http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO_XII (actualización 2003-04).pdf.
- [24] M.G. García, J. d'Hiriart, J. Giulitti, M.V. Hidalgo, H. Lin, G. Custo, M.I. Litter, M.A. Blesa, Solar Energy 77 (2004) 601.
- [25] Arsenic removal by solar oxidation in groundwater of Los Pereyra, Tucumán Province, Argentina, J. d'Hiriart, M.V. Hidalgo, M.G. García, M.I. Litter, M.A. Blesa, en: Bundschuh, J., Armienta, M.A., Bhattacharya, P. & Matschullat, J. (eds.): Natural Arsenic in Groundwater of Latin America. Balkema Publisher, Lisse, The Netherlands, en prensa.
- [26] Low-cost technologies based on heterogeneous photocatalysis and zerovalent iron for arsenic removal in the Chacopampean plain, Argentina, M.E. Morgada de Boggio, I.K. Levy, M. Mateu, P.

Bhattacharya, J. Bundschuh, M.I. Litter, a ser publicado en Actas del International Conference on Water and Wastewater Treatment, Sylhet, Bangladesh, 1-4 abril 2007.

[27] F. Lara, L. Cornejo, J. Yañez, J. Freer, H. Mansilla, J. Chem. Technol. Biotechnol., 81 (2006) 1282.

[28] L. Cornejo, H. Lienqueo, M. Arenas, J. Acarapi, H. Mansilla, J. Yañez, J. Chem. Technol. Biotechnol. Enviado.

[29] Instituto Nacional de Normalización (INN) (2005): Chile, Norma Chilena 409/1. Of 2005, Agua Potable Parte 1: Requisitos, 2005.

[30] Declaración 2056-D06, Honorable Cámara de Diputados de la Nación Argentina (2006).

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA
Menção honrosa

Nome do trabalho: “Kit de automação para cadeira de rodas”

Professor Orientador: Adilson de Oliveira

Curso e nome da escola: Módulo de estágio do curso Técnico em Eletrônica do Centro de Educação Profissional Hélio Augusto de Souza (CEPHAS), São José dos Campos (SP) – Brasil

Autores: **Douglas de Sousa Silveira**, 21 anos, brasileiro residente no Brasil

Carlos Felipe de Carvalho Júnior, 18 anos, brasileiro residente no Brasil

Eduardo Vinícius dos Santos, 22 anos, brasileiro residente no Brasil

KIT DE AUTOMAÇÃO PARA CADEIRA DE RODAS

I. RESUMO

Logo no início, nossa idéia se baseava apenas em criar algo no campo de eletrônica, para fins de conclusão de curso, porém decidimos desenvolver um projeto que também tivesse um fundo social, fazendo com que a tecnologia se aliasse ao bem-estar e ao desenvolvimento do ser humano. Com isso, e influenciados pela visita a uma casa de repouso para idosos e deficientes físicos (onde um dos membros de nossa equipe já é voluntário há cinco anos), optamos por um kit de automação para cadeira de rodas.

Quando as pesquisas começaram ficamos muito indignados devido a alguns motivos. Primeiro, antes de 1991 os deficientes físicos nem eram incluídos no Censo Demográfico. Segundo, apesar de hoje eles o serem, ainda há grande escassez de informações a respeito, principalmente nas prefeituras. Apesar dessas dificuldades estima-se que nosso público-alvo equivale aproximadamente a 3,8% da população mundial.

Pode até parecer pouco, entretanto essa parcela não pode ser esquecida. Daí a decisão de trabalhar com esse nicho de mercado. Para atendê-los desenvolvemos nosso kit, cuja função é fazer com que uma cadeira de rodas comum se torne automatizada. Ele é versátil, leve, de fácil adaptação em qualquer tipo de cadeira de rodas não-motorizada e principalmente tem um custo muito menor em relação a uma cadeira já

motorizada. Pode ser utilizado por deficientes físicos, idosos (ou enfermeiros que antes precisavam empurrar a cadeira) e pessoas acidentadas e que agora estão em recuperação.

Com este trabalho esperamos poder contribuir para que mais pessoas com alguma restrição física para se locomover possam adquirir autonomia e liberdade, aumentando assim sua qualidade de vida e sua autoestima.

2. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O kit automação para cadeira de rodas tem a finalidade de fazer a automatização de cadeiras de rodas convencionais, mantendo-se baixo custo, a fim de torná-las mais acessíveis para aqueles que dela necessitem. Seu funcionamento é simples: uma bateria fornece energia para toda a parte eletrônica que é constituída de circuito de controle responsável por fazer com que o operador tenha total controle sobre os movimentos (frente, atrás, direita e esquerda) da cadeira; interface de potência, que faz o acionamento dos motores e o circuito de potência, que controla diretamente a quantidade de energia que cada motor consome e possibilita o controle da velocidade de locomoção da cadeira.

A estrutura mecânica foi desenvolvida de forma a se tornar de fácil adaptação em qualquer tipo de cadeira de rodas, pois possui duas “garras removíveis” que podem ser facilmente substituídas a fim de que um kit possa ser adaptado em outra cadeira.

Assim sendo, um kit que foi utilizado por uma pessoa pode ser utilizado por outra apenas trocando-se duas peças.

3. OBJETIVOS

Usar da tecnologia como método de inclusão social e resolução de problemas do cotidiano, viabilizando um produto que, ao mesmo tempo, tenha baixo custo, seja de fácil utilização e adaptação nos modelos de cadeira de rodas mais utilizados atualmente, além de garantir que, com

nosso kit, a cadeira possa ser controlada tanto pelo cadeirante quanto por outra pessoa (um enfermeiro ou um parente, por exemplo).

Esperamos que com nosso produto as pessoas adquiram mais independência e autonomia. Esperamos também que ele se torne uma ferramenta para auxiliar os médicos, enfermeiros e pessoas que trabalham em casas assistenciais com deficientes, idosos e pacientes em recuperação.

4. JUSTIFICATIVA

Considerando o número de deficientes e que são poucos os recursos destinados a eles é de extrema valia que cada vez mais institutos de tecnologia e empresas invistam nesse mercado, pois a tecnologia quando utilizada com responsabilidade traz inúmeros benefícios para todos que dela usufruem.

A seguir um trecho de texto da Associação de Assistência à Criança Deficiente - AACD de 11 de outubro.

Quanto aos acidentes traumáticos, os dados são mais preocupantes. De acordo com pesquisa da Clínica de Lesão Medular da AACD, 73,4% dos deficientes tratados pela instituição adquiriram o problema por acidentes de carro, armas de fogo e queda. A clínica de Lesão Medular da AACD revela, ainda, que, deste universo, 43,5% de seus pacientes sofreram lesões em razão de acidentes por armas de fogo. Os dados estatísticos dos últimos três anos também mostram que 83,5% dos pacientes são do sexo masculino e 68,3% estão paraplégicos.

Cerca de 81,9% dos lesados medulares (paraplégicos e tetraplégicos) foram vítimas de algum tipo de acidente (trauma). O restante corresponde a lesões não-traumáticas, provocadas por algum tipo de doença.

De acordo com dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), há hoje, no Brasil, 24,6 milhões de pessoas portadoras de deficiências (PPDs). Destas, mais de 9 milhões são portadoras de algum tipo de deficiência física. Assim, para a AACD, 11 de outubro é data importante para a conscientização da sociedade. A entidade, além de reabilitar seus pacientes, luta por sua inclusão social.

Pode até parecer pouco, porém todos têm direitos iguais; todos têm o direito de ser feliz. Com este projeto nós só tentamos dar um pequeno passo rumo ao fim das diferenças que ainda existem na sociedade.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho teve como base o projeto de comercialização a seguir.

6. PROJETO DE COMERCIALIZAÇÃO

Informações sobre o Empreendimento

Nome da Empresa: **K AUTOMAÇÃO**

Razão Social: **SILVEIRA, CARVALHO ME.**

Sócios: Douglas de Sousa Silveira, Carlos Felipe de Carvalho Junior e Eduardo Vinícius dos Santos

Endereço: Rua José Bueno, 472 – Centro.

Cidade: Jacareí

Estado: São Paulo

País: Brasil

CEP: 12.308-560.

Fone: +55 – 0XX(12) 3951-0358

E-mail:< kautomacao@gmail.com>

Pessoa para Contato: Carlos Felipe de Carvalho Junior

Endereço: Rua Volans, 40 – Jardim Satélite

Cidade: São José dos Campos

Estado: São Paulo

País: Brasil

CEP: 12230-490

Fone: +55 – 0XX(12) 3939-6031

Descrição geral do negócio

O que a empresa faz ou pretende fazer

A empresa produzirá kits que serão adaptados em cadeiras de rodas para automatização.

Capacitação: competências/experiências/tecnologias

A empresa se apoiará no conhecimento dos proprietários, adquirido durante o curso Técnico em Eletrônica, tais como: sistemas digitais, eletrônica geral, instalações elétricas, tecnologia e meio ambiente, ética e cidadania, eletrônica analógica, projeto de sistemas e informática.

Princípios mercadológicos

Partimos do princípio de criarmos um projeto voltado para a área de eletrônica que beneficiasse pessoas com alguma restrição física para se locomover. Percebemos, então, que o número de usuários de cadeiras de rodas é grande e são poucos os recursos destinados a eles. Baseados nisso idealizamos nosso projeto, que visa quebrar as barreiras existentes na sociedade aumentando sua qualidade de vida.

O mercado

Concorrentes

Empresas que produzem cadeiras de rodas automatizadas seriam concorrentes diretas da nossa empresa, porém nenhuma delas possui um produto idêntico ao nosso. O valor médio de uma cadeira de rodas já automatizada é de R\$3.000,00, valor muito alto para a grande maioria das pessoas que necessitam desse produto.

Buscando fugir da concorrência, pretendemos investir em tecnologias que tornem o produto mais barato, proporcionando assim menor custo para o cliente. Para isso, a empresa já estuda a fabricação de equipamentos, específicos para a montagem do produto.

A empresa também pretende capacitar os funcionários conseguindo com isso reduzir as perdas e o retrabalho no processo produtivo, o que automaticamente reduzirá os custos de produção.

Clientes

- Usuários de cadeira de rodas, hospitais públicos e privados, casas de repouso, asilos, comerciantes e associações interessadas em adquirir nosso produto.

Fornecedores

- Lojas de componentes eletrônicos como a Universal, situada em São José dos Campos assim como lojas situadas na Rua Santa Efigênia em São Paulo. Casas de ferragens, ferramentas e demais matérias-primas para fabricação da parte mecânica.

Além disso, podemos fazer contatos com empresas estrangeiras, buscando melhores preços, principalmente dos motores, sendo esse o componente mais caro do kit.

Mensuração da demanda

- 10 kits por mês, a um preço unitário de R\$ 1.500,00.

Segmento específico em que compete ou pretende competir

A empresa pretende comercializar seus produtos em lojas especializadas em vendas para portadores de diversas necessidades disponibilizando técnicos capacitados na instalação dos produtos.

Pretendemos diversificar nossos produtos no segmento de sistemas auxiliares de necessidades especiais, investindo na manutenção desses equipamentos.

Comportamento do mercado em termos de

Crescimento

É um mercado onde há perspectiva de crescimento pela otimização dos custos e qualificação dos produtos, pois a atuação em outros segmentos da área biomédica é uma meta da empresa.

Lucratividade

Espera-se lucratividade razoável no começo por se tratar de um produto que pode beneficiar vasta camada da sociedade.

Características principais do mercado em termos de

Preço praticado

Pretendemos manter um preço acessível que retorne um lucro aceitável, levando em consideração que não existe produto igual ao nosso no mercado.

Formas de vendas

A venda poderá ser feita diretamente ao consumidor em lojas especializadas e possivelmente por uma página na internet.

Distribuição

Totalmente terceirizada, contratando-se empresas transportadoras, com custo que possibilita investir menor capital em ativos físicos.

Assistência

A empresa dará todo tipo de assistência no que se refere aos seus produtos, que porventura tenham chegado ao mercado apresentando algum problema ou necessitem de manutenção, através do serviço de discagem direta ou por e-mail, garantindo melhor atendimento ao consumidor.

Soluções tecnológicas diferenciadas

A empresa terá instalações modernas e funcionários capacitados, visando reduzir as perdas e retrabalho no processo produtivo, o que irá se refletir na redução dos custos de produção. Buscaremos estar a par dos mais avançados sistemas para proporcionar a melhor tecnologia para os nossos clientes.

O processo de capacitação e modernização deverá ser uma constante dentro da empresa, possibilitando melhoria contínua dos processos de fabricação.

Além dessas considerações, todo o processo produtivo levará em conta as questões relacionadas à preservação ambiental, o que será destacado por um selo colocado nos produtos. Um dos objetivos da empresa é a Certificação ISO 14000.

Estratégias de marketing

A empresa pretende adotar a divulgação em feiras, eventos e congressos de ortopedia. Além disso, pretende anunciar em revistas especializadas e páginas de vendas na internet.

Principais concorrentes

Empresas que produzem cadeiras de rodas automatizadas seriam concorrentes diretas, porém nenhuma delas possui um produto idêntico ao nosso.

Vantagens e desvantagens dos principais concorrentes em termos de

Preço

Para o consumidor será mais barato comprar uma cadeira de rodas convencional e instalar nosso kit do que comprar uma cadeira de rodas automatizada.

Venda, distribuição e assistência

A empresa pretende atingir com sua rede de distribuição um preço compatível. A distribuição e assistência técnica serão feitas pela própria empresa.

Política de divulgação

A capacidade de divulgação inicial da empresa é baixa, porém estabelecerá políticas de parcerias com revendedoras a fim de garantir divulgação e preço acessível.

Áreas de conhecimento em que a empresa tem experiência e capacitação

Os proprietários possuem qualificação profissional voltada para pesquisas nas áreas de mecânica e eletrônica com a preocupação constante em melhorar o processo produtivo e o desenvolvimento dos produtos.

Tecnologias/habilidades

Melhor utilização dos materiais garantindo a qualidade e alta precisão dos aparelhos. Os equipamentos utilizados serão de alta tecnologia.

Áreas de conhecimento correlatas ou complementares em que a empresa atua, pretende atuar ou está iniciando capacitação

A empresa pretende atuar na área de produtos voltados para as pessoas portadoras de necessidades especiais, visando à comodidade, conforto e praticidade.

Tecnologias/habilidades que a empresa desenvolveu, pretende desenvolver ou está desenvolvendo

A empresa pretende desenvolver suas habilidades na área de engenharia e pesquisa para adquirir tecnologias capazes de garantir a comodidade e satisfação de seus clientes.

Tendências tecnológicas, em termos de volatilidade/obsolescência da tecnologia e proliferação/padronização

- A empresa tende a se desenvolver a partir de uma tecnologia inovadora, de design arrojado de baixa ocupação de espaço e mobilidade do consumidor-alvo.
- Produtos de um alto padrão, porém considerando que nem sempre os componentes utilizados no kit precisarão ser iguais, indo ao encontro da necessidade do cliente.

Principais formas e fontes de capacitação e acesso a tecnologias que a empresa utiliza

- Parcerias com empresas fornecedoras de matérias-primas de tecnologia moderna que venham a compor o produto.
- Os empreendedores também farão cursos voltados para administração dos diferentes processos que integram a empresa como um todo. Além disso, acompanharão o surgimento de novas tecnologias nas áreas de eletrônica. Esses cursos poderão ser feitos em parceria com o Cephas, Sebrae, Senai e Senac.

Missão da empresa

Proporcionar que mais pessoas com alguma restrição física para se locomover possam adquirir autonomia e liberdade, aumentando assim sua qualidade de vida e auto-estima.

Mercado consumidor

- Pessoas com alguma restrição física para se locomover, que buscam maior independência, hospitais públicos e privados, asilos, casas de repouso e também comerciantes interessados em atendê-las.

Mercado concorrente

Empresas Concorrentes	Pontos Fortes	Pontos Fracos
HOSPMÓVEIS Clou Freedom	Mercado já estabelecido	Alto custo

Fornecedores

PRINCIPAIS FORNECEDORES	PRODUTOS/SERVIÇOS FORNECIDOS
Tarzan	Todos os tipos de matéria-prima e equipamentos
Eletro Águila	Todos os tipos de matéria-prima e equipamentos
Casa Ferreira	Motores
Valvolândia	Baterias
Casa dos Parafusos	Componentes de fixação e outros
Gerdau	Barras de aço

Principais produtos oferecidos pela empresa

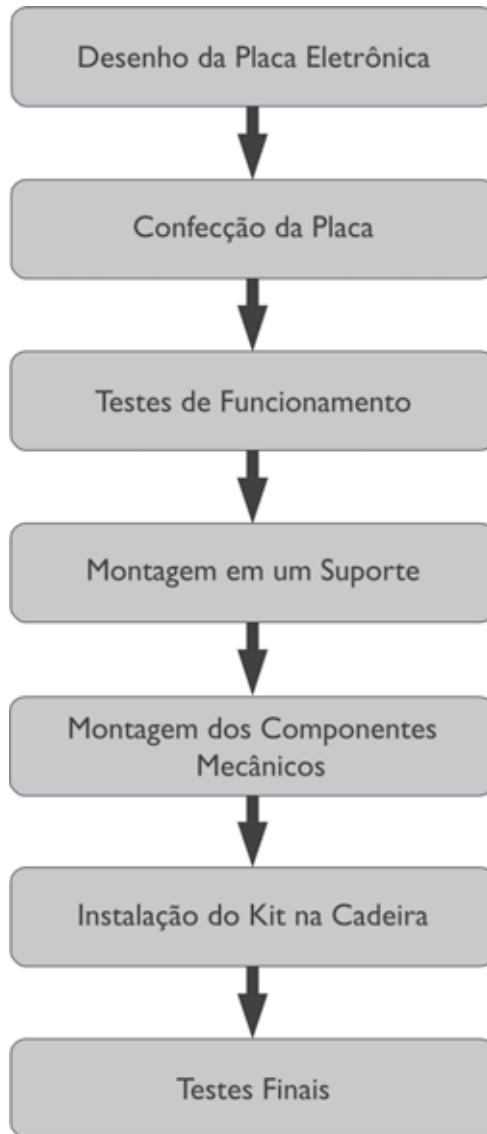
- **Produto:** kit para automação de cadeiras de rodas.

Fluxograma do processo produtivo

Processo de produção

A produção do kit se dará em diferentes etapas, iniciando-se com os desenhos, furos e cortes necessários nas placas de circuito impresso, que serão encaminhadas posteriormente para as montagens, onde serão

colocados os componentes (CIs, resistores, capacitores). Depois de soldados os componentes nas placas, elas serão montadas dentro de uma caixa. Em seguida serão realizados os testes de funcionamento e qualidade do produto, e por fim, será feita a montagem do kit na cadeira e procedidos os testes finais.

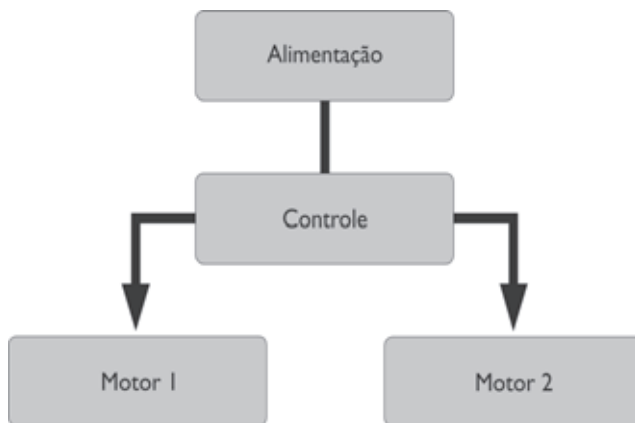


Fluxograma de produção

ATIVIDADE	RESPONSÁVEL
1. Os desenhistas elaboram o design e programam o sistema para fabricação do circuito	Desenhista / Projetista
2. São verificados o formato e as dimensões da placa virgem e feitos os ajustes necessários	Operador de montagem
3. A placa é preparada para receber os componentes	Operador de montagem
4. Os componentes são soldados na placa	Operador de montagem
5. É feita a montagem do produto	Operador de montagem
6. São verificados os padrões de qualidade e feitos os testes de funcionamento	Técnicos em eletrônica
7. É feita a instalação na cadeira do cliente	Técnicos especializados

EQUIPAMENTOS/INSTRUMENTOS QUE INTEGRAM O PROCESSO	
ETAPAS	EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS UTILIZADOS
Preparação da placa de circuito impresso	Computador, impressora, furadeira
Soldagem de componentes na placa	Estações de solda, fluxo, suportes para placa, gabarito
Testes	Fontes de alimentação, multímetros.

Diagrama de blocos do produto



Alimentação

Fornece a energia necessária para a utilização das partes a ela ligada.

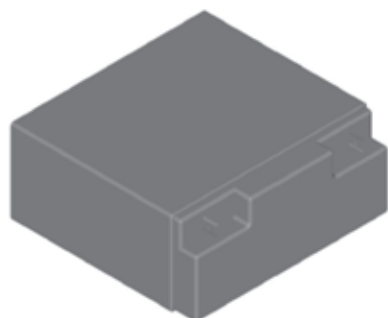
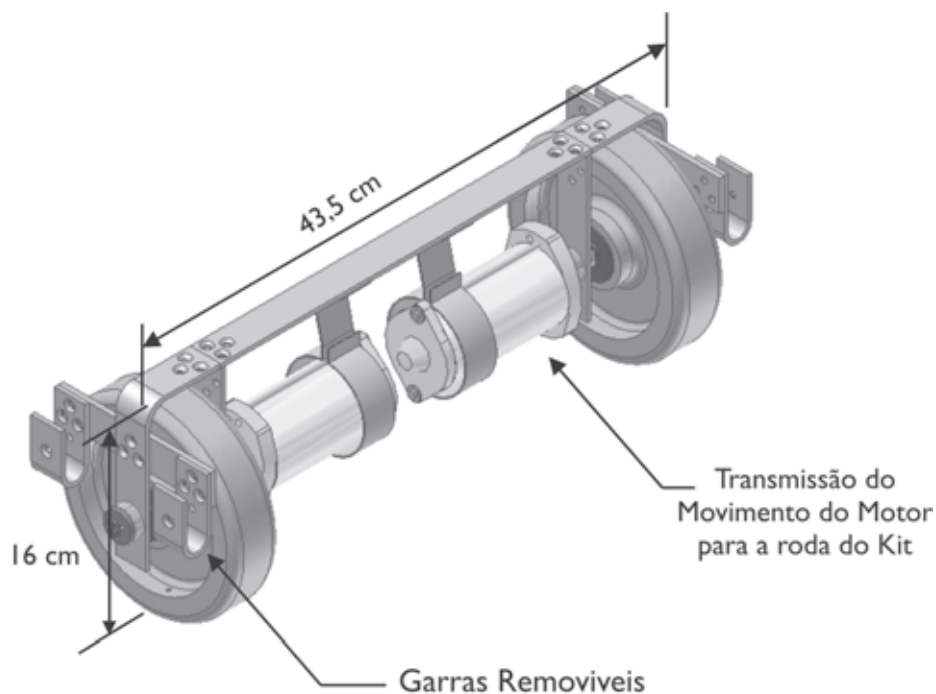
Controle

Responsável pelo direcionamento dos motores.

Motores 1 e 2

Movimenta as rodas, fazendo com que a cadeira ande para frente, para trás ou gire em seu próprio eixo.

Design do produto



A bateria de 12V e os componentes eletrônicos terão uma caixa apropriada, de modo que fiquem juntos ao kit.



Obs: As outras partes da cadeira foram removidas do desenho para melhor visualizar a instalação do kit.

Investimentos físicos

INVESTIMENTOS FÍSICOS			
ITEM	Qtd	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Alicate de bico	2	R\$ 5,00	R\$ 10,00
Alicate de corte	2	R\$ 4,00	R\$ 8,00
Alicate decapador	2	R\$ 8,50	R\$ 17,00
Alicate prensa terminal	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Fonte de bancada	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Bancada	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
Borracha para cobrir bancada	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Cadeira para bancada	3	R\$ 50,00	R\$ 150,00
Cadeira para mesa computador	1	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Computador	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Cuba de corrosão	2	R\$ 25,00	R\$ 50,00
Ferramenta para corte de PCI	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Ferro de solda	3	R\$ 35,00	R\$ 105,00
Furadeira de bancada	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Rolo de estanho	1	R\$ 7,50	R\$ 7,50
Impressora	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Kit chave de fenda	1	R\$ 23,50	R\$ 23,50
Kit chave fixa e catraca	1	R\$ 49,55	R\$ 49,55
Kit chave philips	1	R\$ 32,00	R\$ 32,00
Kit chave allen	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Linha telefônica	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Matriz de contatos (Pront-o-board)	2	R\$ 12,00	R\$ 24,00
Mesa para computador	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Multímetro	3	R\$ 50,00	R\$ 150,00
Osciloscópio Digital	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Suporte para soldagem de PCI	2	R\$ 27,50	R\$ 55,00
Gerador de funções	1	R\$ 800,00	R\$ 800,00
Prateleira	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Ventilador	2	R\$ 40,00	R\$ 80,00
Sugador de solda	3	R\$ 9,50	R\$ 28,50
Aparelho de telefone	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Mensalidade internet	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Trena	2	R\$ 5,00	R\$ 10,00
TOTAL DE INVESTIMENTOS FÍSICOS			R\$ 7.785,05

Custos

Pró-labore

É a remuneração dos sócios que realmente trabalham no empreendimento (empresa).

PRÓ LABORE	
NÚMERO DE SÓCIOS	VALOR
1	R\$ 350,00
VALOR TOTAL	R\$ 350,00

Custos fixos

É toda a despesa que a empresa tem mensalmente, independente da quantidade produzida e/ou vendida.

CUSTO FIXO	
DESPESA	CUSTO(R\$)
Água	R\$ 25,00
Energia elétrica	R\$ 60,00
Aluguel	R\$ 250,00
Material de escritório	R\$ 50,00
Material de limpeza	R\$ 35,00
Mão-de-obra (1 funcionário)	R\$ 700,00
Telefone	R\$ 100,00
Pró-labore	R\$ 350,00
CUSTO FIXO TOTAL (R\$)	R\$ 1.570,00

Custos variáveis

É toda despesa relacionada com o processo produtivo.

CUSTO VARIÁVEL		
Quantidade produzida (un)	1	100
DESPESA	CUSTO(R\$)	CUSTO(R\$)
Água	R\$ 0,25	R\$ 25,00
Energia elétrica	R\$ 0,60	R\$ 60,00
Entrega	R\$ 2,50	R\$ 250,00
Publicidade	R\$ 100,00	R\$ 10.000,00
Material de produção	R\$ 625,52	R\$ 56.296,80
Impostos (15%)	R\$ 225,00	R\$ 22.500,00
CUSTO VARIÁVEL TOTAL (R\$)	R\$ 953,87	R\$ 89.131,80
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO (R\$)	R\$ 953,87	R\$ 891,32

Resultados da empresa

Preço de venda

PRODUTO	PREÇO DE VENDA
Kit para automação de cadeira de rodas	R\$ 1.500,00

Margem de contribuição

É o quanto o produto vendido contribui para o pagamento do custo fixo.

MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO		
MC = PV - CV		
ITEM	QUANTIDADE PRODUZIDA	
	1	100
PREÇO DE VENDA	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO	R\$ 953,87	R\$ 891,32
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	R\$ 546,13	R\$ 608,68

Onde: MC = Margem de Contribuição
PV = Preço de Venda
CV = Custo Variável

Ponto de equilíbrio

É a situação em que as vendas pagam os custos e não há lucro.

PONTO DE EQUILÍBRIO		
$PE(R\$) = (MC.QV) - CF$		
$PE(QUANTIDADE) = CF/MC$		
ÍTEM	QUANTIDADE PRODUZIDA	
QUANTIDADE COMPRADA	I	100
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO (MC)	R\$ 546,13	R\$ 608,68
CUSTO FIXO (CF)	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00
PE (EM QUANTIDADE VENDIDA)	2,87	2,58
PE (EM R\$)	R\$ 4.312,16	R\$ 3.869,02

Previsão de vendas

PREVISÃO DE VENDAS						
ITEM	MÊS					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
QUANTIDADE	10	10	10	10	10	10

PREVISÃO DE VENDAS						
ITEM	MÊS					
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
QUANTIDADE	10	10	10	10	10	10

Faturamento previsto

FATURAMENTO PREVISTO

ITEM	MÊS					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
QUANTIDADE	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
FATURAMENTO	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
CAPITAL DE GIRO:	R\$ 16.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00

FATURAMENTO PREVISTO

ITEM	MÊS					
	7°	8°	9°	10°	11°	12°
QUANTIDADE	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
FATURAMENTO	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
CAPITAL DE GIRO:	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00

CAPITAL DE GIRO MÍNIMO:	R\$ 1.570,00
--------------------------------	---------------------

Calculando o lucro e o prejuízo

CALCULANDO LUCRO E PREJUÍZO		
PREÇO DE VENDA	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
QUANTIDADE DE MATERIAL COMPRADA	1	100
PE (EM QUANTIDADE VENDIDA)	2,87	2,58
PE (EM R\$)	R\$ 4.312,16	R\$ 3.869,02
QUANTIDADE VENDIDA < PE	2,00	2,00
RESULTADO	-R\$ 477,74	-R\$ 352,64
SITUAÇÃO	PREJUÍZO	PREJUÍZO
QUANTIDADE VENDIDA > PE	3,00	3,00
RESULTADO	R\$ 68,39	R\$ 256,05
SITUAÇÃO	LUCRO	LUCRO

LUCRO LÍQUIDO	R\$ 3.891,30	R\$ 4.516,82
LUCRATIVIDADE (%)	25,94	30,11
RETORNO DO INVESTIMENTO (MESES)	2,00062961	1,723568794

Onde: Lucro Líquido = Faturamento – Custos (Fixo + Variável)

Lucratividade (%) = (Lucro Líquido / Faturamento) X 100

Retorno do Investimento (ROI) = Investimentos Físicos / Lucro Líquido

7. CONCLUSÃO

Ficamos plenamente realizados com os resultados obtidos pelo nosso projeto, que provou ser viável e funcional e, com ele, esperamos que várias pessoas sejam beneficiadas usufruindo as vantagens do nosso produto.

Nossa previsão de vendas é de dez kits por mês, a um preço unitário de R\$ 1.500,00. Atingindo essa meta, teremos o retorno do investimento em menos de dois meses.

Foi desenvolvido o protótipo do kit e foi possível verificar o funcionamento e o desempenho de todos os componentes em situação real. Tivemos dificuldades em muitos detalhes, principalmente com a parte mecânica e eletrônica de potência. Esses problemas foram em decorrência de nossa pouca experiência naquele momento, e por falta dos recursos para o desenvolvimento ideal das peças. Mas, graças ao nosso esforço e a ajuda de amigos professores, conseguimos finalizar nosso projeto com êxito.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PROTEC
- Elementos de Eletrônica Digital
- Eletrônica de Potência
- Cassilas

Sites:

<<http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt560.pdf>>

<http://www.casaortopedica.com.br/catalogo/loja_tipo2.php?p=destaque>

<<http://www.ortopediasaojose.com.br/site/detalhe.asp?var=21>>

<<http://www.dca.fee.unicamp.br/~jro/ea079/2005/projetosAlunosMotorCC.pdf>>

<http://www.bosch.com.br/br/autopecas/produtos/eletrica/limp_parabrisa.htm>

<<http://www.casaferreira.com.br/>>

<<http://www.bosch.com.br/br/motores/produtos/cep.htm>>

<http://www.mdpolcabos.com.br/cabos_outros.html>

<<http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=19252>>

CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR
Menção honrosa

Nome do trabalho: “Projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária: uma proposta metodológica e um relato de experiência”

Autor: **Emerson Leonardo Schmidt Iaskio**, 26 anos, brasileiro residente no Brasil

PROJETOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA EMPREENDIMENTOS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA E UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

I. RESUMO

Iniciativas de base popular para geração de trabalho e renda, em sua maioria, carecem não só de recursos, mas também de qualificação formal e técnica por parte de seus integrantes. Além disso, tais empreendimentos são minoria num sistema em que predominam empresas privadas que utilizam as mais diversas ferramentas para concorrer. A falta de capital dos empreendimentos solidários faz com que eles iniciem suas atividades mais lentamente em relação às demais empresas, uma vez que o pouco capital que conseguem permite a compra somente de equipamentos obsoletos e pouco produtivos. Soma-se a isso a falta de instrução formal dos trabalhadores em questões de gestão e finanças. A falência desses empreendimentos, então, parece inevitável. O presente trabalho objetiva explicitar a importância da elaboração de projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária, além de propor uma metodologia para tal elaboração, baseada na participação dos próprios trabalhadores, como processo de sua formação. Além disso, mostra o relato de uma experiência.

¹ Economista, pós-graduando em Sociologia Política na Universidade Federal do Paraná, pesquisador, formador e bolsista da Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da mesma universidade.

Os projetos de viabilidade tradicionais levam em conta índices financeiros e têm como objetivo verificar se a empresa é lucrativa. Em uma organização solidária, por sua vez, outros objetivos são previstos. A partir da apropriação de conceitos básicos sobre economia e sabendo exatamente qual o objetivo do seu empreendimento, os trabalhadores de economia solidária poderão chegar à conclusão se é viável empreender-se em determinado objeto. Este trabalho foi desenvolvido com experiência da ITCP-UFPR com grupos populares no desenvolvimento de metodologia de elaboração de projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária. Aborda-se também a experiência da aplicação dessa metodologia com um grupo popular localizado no município de Contenda, PR, no Brasil, na implantação de uma panificadora na região.

2. INTRODUÇÃO

O início do século XXI no Brasil tem sido marcado pela inserção cada vez mais profunda do país no processo de globalização. Desde o Consenso de Washington, e da implantação de práticas neoliberais pelo mundo, inicialmente por Thatcher, na Inglaterra, e por Reagan, nos EUA, o planeta passa por processo de reestruturação produtiva e desestruturação do mercado de trabalho.

Após a falência do *Welfare State* e a inflexão neoliberal que se seguiu, o mundo passou por uma crise sem precedentes. Como consequência, pessoas que perderam o seu emprego permaneceram nessa condição, e jovens que atingiam a idade de trabalhar não conseguiam emprego. Assistiu-se a um fenômeno em que havia altos índices de inflação e desemprego.

A partir do fim da década de 1970 e nas duas que se seguiram, produziram-se taxas elevadas e persistentes de desemprego e índices crescentes de pobreza na maioria dos países capitalistas desenvolvidos, mas principalmente nos países da periferia.

No Brasil, o trabalho em tempo integral por prazo indeterminado vem sendo substituído pelo trabalho temporário, jornada em tempo parcial (*part-time*), trabalho em domicílio, aprendizes e estagiários. Também a prática de subcontratação/terceirização tem se tornado parte integrante desse processo (CULTI, 2002, p. 1).

Na esperança da população como alternativa às práticas neoliberais, governos de esquerda e centro-esquerda ascenderam ao poder. Contudo, demonstraram não possuírem projetos concretos e procuraram encobrir as deficiências com a instituição de políticas emergenciais de atendimento a desempregados e pequenos produtores autônomos e informais (GERMER, 2005).

Além disso, é também fato amplamente debatido a chocante desigualdade social existente no Brasil. A afirmação de que os 10% mais ricos do país detêm quase 50% da renda nacional parece não mais ferir os ouvidos de ninguém, visto que o quadro da concentração de renda não se altera de forma minimamente significativa há décadas.

Muitas, também, são as razões apresentadas para justificar esse cenário de profundas diferenças. Herança histórica, falta de mobilização das elites, governos incompetentes, descomprometidos ou corruptos; diversas instituições e segmentos da sociedade recebem sua parcela de culpa.

Nesse contexto ressurgem, após décadas de hibernação, iniciativas que propõem uma forma diferente de trabalho, iniciativas essas pautadas em princípios de solidariedade, propriedade coletiva dos meios de produção e participação coletiva das tomadas de decisão. Essas iniciativas são o que hoje se chama de economia solidária.

É dentro do sistema capitalista, em que predominam empreendimentos privados, cujo objetivo principal é o lucro, que surgem essas iniciativas. Para alguns, podem ser consideradas como o gérmen da formação de um novo modo de produção, não-capitalista. Os objetivos e os princípios desses empreendimentos são claramente diferentes dos objetivos dos empreendimentos capitalistas.

Resta saber, contudo, se tais empreendimentos conseguem se sustentar ao longo do tempo convivendo com empresas capitalistas e fazendo parte do sistema e do processo de concorrência capitalista sem desviar-se de seus objetivos e princípios fundamentais.

Para isso é necessário que os próprios trabalhadores tenham consciência se seu empreendimento é ou não viável e se ele consegue se manter ao longo do tempo, pois os objetivos são claramente diferentes dos objetivos dos empreendimentos capitalistas. Enquanto para aqueles o objetivo é gerar trabalho e renda, para estes, é gerar lucro. Logo, se os objetivos são diferentes, a construção do projeto de viabilidade econômica deve também ser totalmente diferente.

Este trabalho tem como objetivo teorizar sobre o problema da viabilidade econômica dos empreendimentos de economia solidária, além de propor uma metodologia para elaboração desse projeto, segundo princípios a serem seguidos. Essa metodologia permite não só uma avaliação e/ou uma auto-avaliação do grupo quanto à viabilidade do seu empreendimento, mas é também um processo educativo, em que os trabalhadores passam a ter acesso a informações das quais foram privados ao longo de sua vida.

Além disso, ele traz à luz a experiência da ITCP-UFPR da aplicação dessa metodologia com um grupo popular localizado no município de Contenda, PR, no Brasil, que resultou na elaboração de um projeto de viabilidade econômica voltada para a instalação de uma panificadora no município.

3. PROBLEMATIZAÇÃO

Os limites da economia solidária

A economia solidária pode ser caracterizada como toda forma de trabalho associado, de produção e/ou comercialização de bens e serviços, com vistas à geração de trabalho e renda. Sua especificidade consiste na apropriação coletiva dos meios de produção, na associação livre e voluntária e na autogestão (IASKIO, 2006, p. 4). Assume diversas formas, tais como

cooperativas, associações ou empresas autogestionárias e clubes de troca e surge para absorver a crescente massa de desempregados, consequência da preocupação constante dos capitalistas em reduzir custos e aumentar lucros. Esses empreendimentos, que são de propriedade dos próprios trabalhadores e por eles geridos, são pautados na solidariedade entre seus membros, na democracia e na participação.

Além disso, propõem uma forma diferente de trabalhar, gerir o empreendimento e tomar decisões. Contudo, essas iniciativas solidárias sofrem de uma crônica falta de capital e de qualificação formal que impõem sérios limites ao seu desenvolvimento. As operações se iniciam de forma limitada em comparação com as empresas capitalistas, pois seus equipamentos geralmente são velhos e pouco produtivos. Necessita-se, portanto, saber se o empreendimento é viável antes de iniciar as atividades.

No entanto, os trabalhadores de empreendimentos de economia solidária geralmente não possuem qualificação para elaborar um projeto de viabilidade e dinheiro para contratar quem o faça. É importante, portanto, que o empreendimento receba apoio de entidades como as Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares (ITCPs), ONGs, entidades universitárias ou qualquer outro órgão.

É necessário, então, que a entidade apoiadora possua equipe capacitada na área econômica, principalmente na área de economia solidária, que possua tanto a técnica de elaborar projetos como tornar o processo o mais compreensível possível para os trabalhadores. Os associados necessitam ter total clareza sobre o que é o projeto de viabilidade, e a equipe que vai trabalhar com eles deve saber como transmitir “o que é” e “para que serve” o projeto.

O projeto de viabilidade para um empreendimento solidário e suas especificidades

Em projetos para uma empresa capitalista, não interessa aos trabalhadores se o empreendimento é viável ou não, ou quanto será necessário vender, ou quais são os custos da empresa. Essa preocupação

cabe ao proprietário, ao conjunto de sócios ou à equipe administrativa. Aos trabalhadores cabe somente receber as ordens de seus superiores e acatá-las.

Para a formação inicial de uma empresa capitalista, interessam muito ao empresário os índices financeiros, tais como índice de liquidez corrente, taxa interna de retorno, taxa de mínima atratividade, entre muitos outros.

Por exemplo, no projeto para uma empresa capitalista deve-se comparar a taxa de mínima atratividade com a taxa interna de retorno. A taxa de mínima atratividade é uma taxa mínima de retorno sobre o investimento que se deseja realizar. Geralmente seria a taxa oferecida pelo mercado financeiro numa aplicação em ações, por exemplo. A taxa interna de retorno é a taxa de retorno sobre o investimento que o capitalista terá em um determinado tempo após o início das operações do empreendimento.

Se após a conclusão do projeto, fica evidente que a taxa interna de retorno do projeto é menor que a taxa de mínima atratividade, não interessa ao proprietário do dinheiro investi-lo no empreendimento, pois obterá um retorno muito maior aplicando-o no mercado financeiro, além de não mais precisar dispensar energia (física e mental) na compra de equipamentos, negociações com fornecedores, pagamento dos trabalhadores, controle dos custos etc.

Além disso, deve-se analisar também o período de recuperação do investimento. Se for muito maior que o oferecido pelo mercado financeiro, ou mesmo por outros setores, o capitalista não hesitará em migrar seu investimento para outros de lucratividade mais rápida ou mesmo para o mercado financeiro.

Num empreendimento solidário, por sua vez, os objetivos são totalmente diferentes. Para começar, não existe um empresário que queira investir seu capital e receber retorno sobre esse investimento. O que há são trabalhadores que querem e precisam trabalhar e gerar renda. Mais do que isso, eles querem e precisam que essa renda seja gerada de maneira sustentável ao longo do tempo, pois dependem dela para manter a sua sobrevivência e a da sua família.

Não interessa, portanto, se a taxa interna de retorno do projeto é maior ou menor que a taxa de mínima atratividade². O que interessa, isso sim, é a capacidade do empreendimento em gerar trabalho e renda para seus associados de forma sustentável ao longo do tempo. Portanto, durante toda a concepção do projeto e conversas iniciais com os trabalhadores, tanto a equipe quanto os trabalhadores devem ter claro que o objetivo do empreendimento deve ser a capacidade de gerar trabalho e renda de forma sustentável ao longo do tempo. É esse objetivo que deverá nortear todo o processo.

Ao pensar em um objeto, nos equipamentos necessários, nas fontes de financiamento, é este o objetivo que deverá ser perseguido: a geração de trabalho e renda. Tendo isso, ficará mais fácil trabalhar com os associados as questões básicas de economia, contabilidade e administração, baseadas sempre no empreendimento e com vistas ao futuro. Ao mesmo tempo a equipe trabalhará o projeto de viabilidade e a capacitação dos trabalhadores para que eles mantenham o empreendimento sustentável, pois não é para sempre que receberão assessoria de uma entidade apoiadora.

4. METODOLOGIA

Para trabalhar com algum grupo de economia solidária, a viabilidade econômica do empreendimento, é imprescindível que o grupo já tenha passado por formação anterior em economia solidária e cooperativismo. De outra forma, será impossível aplicar qualquer metodologia de elaboração de projetos de viabilidade econômica específica para empreendimentos de economia solidária.

² Os trabalhadores dos empreendimentos de economia solidária sequer têm condições financeiras para decidir sobre investir no mercado financeiro ou em produção; não têm outra escolha, a não ser empreenderem-se na economia solidária.

A metodologia que é o objeto deste trabalho foi desenvolvida pela equipe econômica da Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da Universidade Federal do Paraná (ITCP-UFPR) baseada na experiência com a pré-incubação³ de grupos populares no ano de 2005. Ela é composta por três etapas, a saber: (1) Abordagem inicial; (2) Definição do objeto; e (3) Aplicação do questionário⁴. Convém dizer aqui que essa divisão em etapas é somente didática para que se compreenda o processo. Algumas etapas poderão ocorrer simultaneamente.

A abordagem inicial

Como dito anteriormente, é necessário que o grupo tenha tido formação inicial em economia solidária e cooperativismo e já esteja sensibilizado para uma nova forma de organização do trabalho. Para Mogilka, a sensibilização é a etapa crucial de um projeto de intervenção democrática em uma comunidade (MOGILKA, 2002, p. 120).

Uma vez estando o grupo sensibilizado para essa forma diferente de trabalho, que é a economia solidária, é possível trabalhar com o projeto de viabilidade propriamente dito. A primeira etapa da metodologia de elaboração de projetos de viabilidade econômica para empreendimentos de economia solidária é, portanto, a *abordagem inicial*, e deve ocorrer após processo de formação em economia solidária e cooperativismo.

Essa etapa consiste em conversas com os trabalhadores do empreendimento. Primeiramente, explica-se o que é um projeto de viabilidade econômica e para que ele serve. Os trabalhadores devem ter claro que antes de iniciar um empreendimento é necessário saber se

³ A metodologia de incubação de empreendimentos populares da ITCP-UFPR é constituída de três fases: pré-incubação, incubação e desincubação. Após a pré-incubação será definido se o grupo passará ou não à segunda fase. A decisão sobre a incubação ou não de um grupo é baseada principalmente (mas não exclusivamente) em dois critérios: autonomia do grupo e viabilidade econômica do objeto. A elaboração de projetos de viabilidade econômica faz parte da pré-incubação.

⁴ O questionário aplicado nas comunidades encontra-se no anexo do presente trabalho, na página 147.

ele terá capacidade de continuar gerando trabalho e renda ao longo do tempo e também o que é necessário fazer para que isso seja possível.

O trabalho de conversa inicial com os trabalhadores consiste também, ao mesmo tempo, no trabalho de capacitação em questões básicas de economia, contabilidade e administração, tais como *custos fixos*, *custos variáveis*, *fluxo de caixa* etc.

É imperioso que os trabalhadores tenham consciência de que o objetivo final do empreendimento deverá ser gerar trabalho e renda e que o trabalho será norteador em princípios de autogestão e economia solidária. A etapa seguinte é a definição do objeto do empreendimento.

Definição do objeto

Trata-se do primeiro passo para que se possa começar a pensar na viabilidade do empreendimento. É a partir dele que o grupo decidirá por produzir ou não determinada mercadoria ou serviço.

Para desenvolver esse tema, e para que o grupo decida por algum objeto, é interessante que a equipe trabalhe com algumas perguntas essenciais, de modo que o próprio grupo, ao respondê-las, conclua sobre a viabilidade ou não de seu objeto. Sobre as perguntas será discutido com mais detalhes na próxima seção.

Deve-se ter em mente que o produto ou serviço deverá ser vendido por um preço e em quantidades suficientes que cubram todos os custos e que, além disso, garantam a remuneração desejada para todos os trabalhadores. É comum, no entanto, encontrar grupos de trabalhadores que manifestam vontade de vender produtos que trazem pouco retorno ao empreendimento.

Elas [as comunidades] conseguem vender ao exterior produtos artesanais, extrativistas, de origem vegetal e animal etc., mas que alcançam preços baixos, porque sua oferta tende sempre a superar a demanda por larga margem. São muitos os pobres que vivem da venda de produtos, que em geral são adquiridos por uma elite cultural relativamente pequena. Do desequilíbrio entre oferta e demanda emana uma pressão perene de baixa das remunerações dos que vivem desses tipos de produtos. (SINGER, 2004, p. 02)

São muitos os produtos que os trabalhadores de economia solidária se propõem a vender, além desse exemplo citado por Singer. É o caso de artesanatos e manualidades que eles decidem vender para pessoas tão pobres quanto eles; produtos com pouco valor e pouca demanda. Geralmente vendem ou manifestam a vontade de vender esses produtos por não saberem fazer outra coisa.

É nesse ponto que a equipe deve alertar o grupo, não interferindo em sua escolha, mas realizar junto com os trabalhadores os cálculos necessários para chegar ao ponto de equilíbrio, à quantidade mínima a ser vendida para cobrir todos os custos e proporcione aos trabalhadores a remuneração desejada. É vital que a equipe não interfira na autogestão do grupo nem na sua escolha. O próprio grupo deve chegar à conclusão sobre se é viável ou não produzir determinada mercadoria.

O que a equipe pode fazer é estimular a inovação. Investindo em mercadorias não produzidas por outros, ou com algum diferencial, a empresa solidária pode atuar quase como monopolista em seu ramo. Isso permite a ela tornar-se controladora de preços.

Esse diferencial deve ser algo que atraia o consumidor. Por estar sujeito à economia de mercado, é fundamental que o produto esteja de acordo com as tendências modernas de marketing, publicidade e design. Oficinas sobre inovação e planejamento estratégico participativo são decisivas. Aqui se evidencia a importância das entidades mantenedoras, principalmente as incubadoras de empreendimentos de economia solidária, que incentivam a inovação e prestam assessoria a esses empreendimentos, pois sozinhos dificilmente conseguirão elaborar um projeto de viabilidade econômica, tampouco inovar.

A fase de escolha do objeto do empreendimento vem em primeiro plano. Se o grupo não decide por um ou outro produto ou serviço, é impossível avançar na elaboração do projeto.

Aplicação do questionário⁵

Essa fase é condição essencial, não somente para a viabilidade do empreendimento, mas porque é também a fase de formação dos trabalhadores em gestão. Capacitar o grupo em gestão antes que o empreendimento seja constituído e antes de trabalhar a viabilidade torna o processo muito abstrato, e não proporciona conhecimento coletivo.

A equipe deve elaborar, previamente, questionário com uma série de perguntas sobre o empreendimento como, por exemplo, quantas pessoas trabalham, qual a remuneração desejada, o que o grupo pretende fazer, quais os custos e que quantidade dever-se-á vender para tornar o empreendimento viável etc. As perguntas devem ter maior abrangência possível, procurando instigar o grupo a obter respostas a elas. Um exemplo de questionário aplicado pela equipe econômica da ITCP-UFPR nas comunidades encontra-se no anexo.

Devem-se prever perguntas que o grupo não tenha condições de respondê-las num primeiro encontro, tais como questões sobre o equipamento, o investimento inicial, a capacitação mínima, legislação sobre o setor, fontes de matéria-prima etc. Deve-se alertar ao grupo que há questões que eles não conseguirão responder no primeiro encontro e que a primeira etapa consiste em responder aquelas perguntas para as quais o grupo se sente habilitado, deixando as demais em branco.

As que o grupo eventualmente deixar em branco são aquelas em que são necessários dados para respondê-las, como por exemplo, consumo de energia elétrica ou custos de matéria-prima. Esses dados o próprio grupo deve buscar para dar continuidade ao processo do projeto de viabilidade econômica. As questões que o grupo não responder no primeiro encontro são estratégicas, pois enquanto tenta respondê-las o próprio grupo estará consciente dos dados que faltam para a conclusão sobre a viabilidade ou não do empreendimento.

⁵ Ver nota 4.

De posse desses dados, num segundo encontro a equipe trabalha, junto com o grupo, as respostas para as demais perguntas. Estas geralmente envolvem cálculos, e a equipe deve trabalhar com o grupo esses cálculos no sentido de capacitá-lo para que os associados possam avançar nesse processo por conta própria. Todos esses cálculos deverão ser feitos em torno do objeto do empreendimento, ao mesmo tempo capacitando os trabalhadores e verificando a viabilidade do empreendimento.

As questões a serem trabalhadas com os associados devem abranger, se possível, a maior parte do conteúdo do projeto. Desde o início do processo, os trabalhadores devem estar conscientes de que o objetivo é chegar à conclusão sobre a possibilidade ou não de gerar renda a todos os associados.

Para isso, dever-se-á calcular o ponto de equilíbrio, ou seja, a quantidade mínima da mercadoria a ser vendida para cobrir todos os custos e garantir aos trabalhadores a remuneração desejada. A partir do ponto de equilíbrio, os trabalhadores saberão se a quantidade mínima a ser vendida está dentro das possibilidades do grupo.

Para o cálculo do ponto de equilíbrio são necessários muitos dados, como os custos, preços de matéria-prima, margem de contribuição e preço de venda. Todos esses conceitos são desenvolvidos com o grupo durante a elaboração do projeto de viabilidade.

Além de todos esses conceitos, os cálculos e a estruturação, dentro de um projeto de viabilidade econômica para o empreendimento de economia solidária, deve estar contido também o investimento mínimo para o início das atividades da empresa solidária.

O investimento mínimo inicial é a soma de todos os materiais, máquinas e equipamentos necessários para que o empreendimento inicie suas atividades. Entre as perguntas sobre o investimento mínimo estão, por exemplo, de que equipamentos o grupo necessita, e quais deles o grupo já possui. Quanto maior for a estrutura do grupo, mais fácil será o início das operações.

O grupo deverá pesquisar em outros empreendimentos do setor que equipamentos são utilizados na linha de produção. No encontro posterior com a equipe o grupo deverá levar a relação dos equipamentos necessários e, se possível, orçamentos. De posse desses dados será possível para a equipe, junto com o grupo, calcular o investimento mínimo e também analisar possibilidades de financiamento⁶.

Após a conclusão do questionário, com todos os dados devidamente pesquisados e respondidos, o grupo saberá se o empreendimento com o objeto escolhido será ou não viável.

Nessa fase o próprio grupo faz as pesquisas de campo e de mercado, além de realizarem, junto com a equipe, os cálculos necessários. Constitui, portanto, um momento de reflexão, uma experiência de trabalho coletivo e de capacitação do grupo em questões gerenciais e financeiras. É possível que o grupo não encontre todos os dados necessários, que podem estar disponíveis na internet, e a própria equipe deve pesquisar para ajudar o grupo.

Após a realização do projeto e conclusão pela viabilidade do objeto, a equipe deve trabalhar estratégias de como o capital para o investimento inicial deve ser alcançado para que as operações sejam iniciadas.

Deve-se lembrar, contudo, que a simples conclusão pela viabilidade do empreendimento não garante que ele realmente será capaz de gerar trabalho e renda ao longo do tempo aos trabalhadores associados. Existem outros fatores que podem interferir na viabilidade do empreendimento como, por exemplo, a falta de transparência na gestão dos resultados, que deve ser coletiva. Ainda, muitos obstáculos podem ocorrer, e somente a autogestão poderá ajudar o grupo a evitar ou solucionar eventuais momentos de crise.

⁶ Dificilmente o grupo terá condições de comprar os equipamentos necessários para iniciar as operações. Por isso mesmo, a equipe da entidade mantenedora pode prestar grande serviço ao indicar ao grupo as principais fontes de financiamento disponíveis, assim como a taxa de juros. Há, principalmente para pequenos empreendimentos de economia solidária no Brasil, algumas fontes de financiamento a fundo perdido, ou seja, que não exigem devolução do dinheiro. É difícil aos trabalhadores terem acesso a esse tipo de informação que a equipe deve levar ao grupo.

Essa fase é a mais demorada, pois podem-se levar semanas até que se tenha em mãos todos os dados necessários para a conclusão do projeto. A equipe deve ter paciência, pois o grupo geralmente não possui experiência em encontrar dados.

5. PRINCIPAIS RESULTADOS – A EXPERIÊNCIA DA ITCP-UFPR NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA: O CASO DO GRUPO DE PANIFICAÇÃO DE CONTENDA

Histórico do grupo

O grupo foi constituído por moradores de bairros da cidade de Curitiba que, através de um acordo entre prefeituras, foram despejados de casa e obrigados a partirem para o município de Contenda, PR, onde se alojaram com esposa e filhos pequenos num terreno que, segundo um dos integrantes do grupo “era um terreno cheio de matos, cobras e aranhas”. Nesse terreno os integrantes armaram barracas de lona para poderem se abrigar até que tivessem condições de construir ao menos uma peça.

Pelo fato de o local onde os integrantes da comunidade foram alojados não oferecer um mínimo de estrutura adequada à moradia (luz e água), os moradores com o apoio do Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLN), obstruíram a rodovia do Xisto para reivindicar seus direitos. Integrantes do movimento e da comunidade foram a Brasília entregar pessoalmente ao presidente da República documentos relacionados aos problemas que estavam enfrentando.

Alguns integrantes da comunidade tiveram a idéia de organizar um empreendimento que gerasse trabalho e renda à população da região, não só os vindos de Curitiba, mas também os de Contenda. A necessidade de geração de renda parte da falta de oportunidades no município, pois a principal atividade econômica se dá em torno do plantio e colheita de batatas e alguns outros produtos agrícolas, as oportunidades de trabalho aparecem a cada quatro meses, nas épocas

de plantio e colheita. Além disso, nesse tipo de atividade, não há condições adequadas de trabalho, colocando em risco a integridade física dos trabalhadores, que são mal-remunerados.

Desde a ida desses moradores a Contenda, a resistência por parte dos moradores antigos e também por parte do governo local foi grande, e sempre houve o boicote às iniciativas populares locais. Ainda assim, os moradores organizaram uma manifestação e conseguiram que a prefeitura cedesse um terreno e garantisse a construção de uma sede para que a comunidade pudesse desenvolver atividades. Desde então, os moradores conseguiram trazer um grupo de alfabetização de jovens e adultos, bem como organizar algumas reuniões com a comunidade local.

O grupo com o qual a equipe da ITCP-UFPR trabalhou era composto inicialmente por 15 pessoas que, ou estavam desempregadas, ou trabalhavam na informalidade, e/ou se situavam no grupo que só tem oportunidades a cada quatro meses nas atividades agrícolas. A maioria era composta por mulheres que já possuíam afinidade com a produção de alimentos e que, para complementar renda, faziam e vendiam pães, bolos, sorvetes, doces e salgados.

A aplicação da metodologia na comunidade

A primeira etapa, a *abordagem inicial*, ocorreu sem grandes dificuldades. O grupo já apresentava formação consistente sobre economia solidária e cooperativismo, graças à ação dos formadores da ITCP-UFPR na fase inicial do processo de pré-incubação. Isso facilitou bastante o trabalho da equipe econômica.

O passo seguinte foi a *escolha do objeto*. Inicialmente, o grupo estava indeciso entre montar uma fábrica de manilhas de concreto ou uma panificadora. A opção por fabricar manilhas de concreto vinha do próprio histórico do grupo. Como essas pessoas haviam sido transferidas de sua residência para um lugar onde não havia a mínima infra-estrutura, o tema construção civil estava muito forte na cabeça desses trabalhadores.

Além disso, dado o fato de que o município possui pouca infraestrutura, sem a mínima condição de saneamento básico, o grupo julgava que a prefeitura pudesse contratar os serviços da então cooperativa de fabricação de manilhas de concreto para canalizar a rede de esgoto da cidade.

No entanto, esse objeto pensado pelo grupo tinha dois problemas estruturais e outros de natureza secundária: primeiro, exigia uma infraestrutura muito grande para que se pudessem iniciar as atividades, e o grupo não dispunha das condições financeiras de investir na fábrica e iniciar as atividades; segundo, mesmo que o grupo conseguisse instalar a fábrica, a prefeitura do município não poderia contratá-los sem processo licitatório. O grupo poderia perder a licitação e estaria assim impossibilitado de fazer os serviços para a prefeitura. Quanto aos problemas secundários, referem-se à concorrência com outros empreendimentos que estão há muito tempo no mercado, e dificilmente conseguiriam superar esse problema. Inúmeros outros obstáculos poderiam ser citados quanto à escolha de tal objeto. A equipe alertou-os sobre esses prováveis empecilhos.

O segundo objeto pensado pelo grupo, e que foi acatado pela maioria, foi a panificação. Como a maioria era composta por mulheres que já faziam alimentos para vender e complementar a renda da família, já havia experiência prévia.

Além disso, dados do POF do IBGE mostram que as pessoas gastam a maior parte do seu rendimento com alimentação. Segundo esses dados, em Curitiba, uma pessoa consome em média 24,75 kg de panificados por ano. (IBGE, 2005). Outro dado que foi decisivo para o grupo é que na localidade não havia nenhuma panificadora, e as pessoas da região tinham que andar muito para comprar pão.

Todo o processo de elaboração do projeto de viabilidade econômica se deu, então, em torno da panificação, objeto escolhido pelo grupo em função de muitas vantagens.

A *aplicação do questionário* também ocorreu sem grandes dificuldades. As pessoas estavam muito interessadas não só em constituir o

empreendimento para geração de trabalho e renda, mas também queriam muito aprender sobre economia solidária, cooperativismo e gestão do empreendimento.

Passada a primeira fase de aplicação do questionário, relativo a todas as questões as quais o grupo tinha condições de responder, a segunda parte consistia em o grupo buscar as informações necessárias para poder completar o questionário e ver se o projeto seria ou não viável. O grupo dividiu as tarefas. Enquanto algumas pessoas buscariam informações sobre o preço do produto no mercado, outros pesquisariam sobre a infraestrutura necessária e os custos, e outros fariam a pesquisa de demanda.

Quanto à pesquisa de demanda, o grupo todo elaborou um questionário a ser aplicado nos domicílios da região. Esse questionário, cruzado com os dados da POF, disponíveis na internet, resultaram na pesquisa de mercado e conclusão de qual seria o produto objeto da futura cooperativa de panificação.

No encontro da semana seguinte, o grupo não tinha encontrado todos os dados necessários. Os que estavam já disponíveis eram aqueles sobre os custos de matéria-prima. Com esses dados, trabalhou-se com o grupo os cálculos necessários, como os custos fixos, custos variáveis, ponto de equilíbrio etc. Dessa forma, o grupo pôde visualizar qual seria a quantidade mínima a ser vendida para que se cobrissem todos os custos e que os futuros cooperados pudessem prever uma remuneração mínima.

Uma semana depois, já havia condições de completar todo o questionário, pois os dados de mercado já estavam em mãos. O trabalho foi de análise e reflexão dos dados conseguidos com a pesquisa de campo cruzando-os com aqueles que a equipe conseguiu pesquisando na internet.

Chegando à conclusão de que o objeto escolhido pelo grupo seria viável economicamente, houve mais um trabalho de reflexão coletiva acerca de *como* conseguir os recursos que garantissem a estrutura mínima. O grupo ressaltou que o prefeito da cidade havia se comprometido a ceder o espaço onde seria instalada a panificadora. Os equipamentos

viriam de um projeto de financiamento a fundo perdido do governo federal, vinculado ao Programa Fome Zero, o qual doava até então R\$ 10 mil em equipamentos para alimentação. A contrapartida do grupo seria a aquisição dos materiais de construção e a construção do local.

O processo como um todo ocorreu sem grandes dificuldades, mas quatro fatores foram determinantes para que o trabalho de elaboração do projeto de viabilidade econômica fosse possível: primeiro, havia interesse em aprender e em constituir um empreendimento; segundo, quando a equipe econômica foi trabalhar essa questão, o grupo já havia recebido consistente formação prévia em economia solidária e cooperativismo; terceiro, o grupo havia escolhido um objeto viável; e quarto, havia uma metodologia elaborada pela equipe econômica da ITCP-UFPR, baseada em três anos de experiência com grupos populares, que resultou no questionário aplicado. Esses quatro fatores, juntos, contribuíram para o sucesso da mobilização.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os empreendimentos de economia solidária surgem como alternativa à exclusão social gerada pelo capitalismo. Por isso mesmo, propõem uma forma diferente de trabalhar, de gerir os empreendimentos e tomar decisões. Contudo essas iniciativas sofrem de crônica falta de capital, além da falta de qualificação dos trabalhadores. Diante desse problema, a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da Universidade Federal do Paraná desenvolveu metodologia para a elaboração de projetos de viabilidade econômica para esses empreendimentos.

O projeto deve ser elaborado juntamente com os trabalhadores, pois são os associados os principais interessados. A metodologia de elaboração desses projetos de viabilidade consiste em aplicação de um questionário, em que os trabalhadores não conseguirão responder por completo no primeiro encontro, pois necessitarão buscar dados que serão utilizados em posteriores encontros entre a equipe e o grupo. Os cálculos deverão ser feitos juntamente com o grupo, a partir dos dados coletados. Esse trabalho constitui, simultaneamente, o processo de elaboração de

um projeto de viabilidade econômica, mas também, principalmente, o processo de formação do grupo em questões gerenciais e financeiras.

A equipe deve também elaborar com o grupo estratégias de como adquirir os equipamentos necessários para o início das atividades do empreendimento. Essas estratégias devem estar baseadas nas principais fontes de financiamento, principalmente aquelas a fundo perdido.

O projeto de viabilidade econômica deve ser ao mesmo tempo uma atividade técnica e de capacitação dos trabalhadores em questões de economia, contabilidade e administração, sempre voltado para o objeto do grupo, e para a capacidade de gerar trabalho e renda de forma sustentável ao longo do tempo. Trabalhar a capacitação com questões referentes à realidade do grupo contribui para o processo de formação consistente.

Essa metodologia pode ser aplicada tanto para grupos que já tenham um objeto definido quanto para grupos que não o tenham. No primeiro caso, ultrapassa-se a etapa mais importante, sem a qual é impossível a realização desse trabalho. As etapas definidas não são rígidas, e a metodologia deve ser flexível, pois cada grupo tem as suas especificidades.

Na comunidade de Contenda, o processo como um todo ocorreu sem grandes dificuldades, mas quatro fatores foram determinantes para que o trabalho de elaboração do projeto de viabilidade econômica fosse possível: primeiro, havia interesse do grupo em aprender e em constituir um empreendimento; segundo, quando a equipe econômica foi discutir essa questão, o grupo já havia recebido uma consistente formação prévia em economia solidária e cooperativismo; terceiro, o grupo havia escolhido um objeto viável; e quarto, havia uma metodologia elaborada pela equipe econômica da ITCP-UFPR, baseada em três anos de experiência com grupos populares, que resultou no questionário aplicado. Esses quatro fatores, juntos, contribuíram para o sucesso do trabalho.

É, portanto, imprescindível que esses quatro elementos estejam presentes quando se pretende elaborar um projeto de viabilidade econômica com um grupo popular.

7. REFERÊNCIAS

CULTI, M. N. O cooperativismo popular no Brasil: importância e representatividade. In: *Tercer congreso europeo de latinoamericanistas*. Anais. Amsterdan, 2002. Disponível em: <<http://www.ecosol.org.br>> Acesso em: 23 ago. 2005.

GERMER, C. M. A *Economia Solidária*: uma crítica com base em Marx. In: *Colóquio de marx e engels*. IV. Anais. Campinas: Cemarx-Unicamp, 2005.

IASKIO, E. L. S. A economia solidária e a concorrência capitalista. In: *Encontro internacional de economia solidária: educação, política e integração na América Latina*. IV. Anais. São Paulo: Nesol USP, 2006.

IGBE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamento Familiar – POF*. IBGE, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 14 jul. 2005.

MOGILKA, M. Educação popular, subjetividade e intervenção democrática. In: *Ágere: Rev. de Educação e Cultura*. V. 6. Salvador: UFBA, 2002.

SINGER, P. É possível levar o desenvolvimento a comunidades pobres? Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em 15 out. 2004.

8. ANEXOS

ANEXO I: Questionário utilizado pela ITCP-UFPR para a elaboração de projetos de viabilidade econômica junto a empreendimentos de economia solidária

VIABILIDADE ECONÔMICA – ROTEIRO

PARTE I: DESEJOS DO GRUPO

1. O que o grupo deseja fazer?

- 1.1. O grupo já produz algo?
- 1.2. Por quê fazer?
- 1.3. Qual a identificação do grupo com o objeto?
- 1.4. Qual o diferencial do produto? Por quê as pessoas comprarão produtos da cooperativa?
- 1.5. O que dará à cooperativa condições para concorrer?

2. Dos itens apresentados, quais o grupo sabe fazer?

- 2.1. Precisa de qualificação?
- 2.2. Quanto tempo se levará até que o grupo tenha essa qualificação?
- 2.3. Quanto se investirá na qualificação do grupo?

PARTE II: O MERCADO

1. Para quem vender?

2. O produto é fácil de vender?

3. Quanto custa esse produto no mercado?

4. Existem similares? Se existem, quais os preços?

5. Existem concorrentes?

6. Que quantidade o grupo precisará vender?
7. O grupo conseguirá vender essa quantidade?

PARTE III: O PRODUTO

1. É possível encontrar a matéria-prima facilmente?
 - 1.1. Ela é cara e/ou encontra-se muito longe?
2. Quem e quantos são os fornecedores principais de matéria-prima?
3. Quais os materiais utilizados na produção?
4. Quais serão os custos com matéria-prima?
5. Como é o processo de produção?
 - 5.1. Descrição completa de como se dá a produção (etapas, máquinas, processos etc.)
6. Equipamentos necessários
 - 6.1. Que equipamentos o grupo já possui?
 - 6.2. Que equipamentos o grupo precisa adquirir?
 - 6.3. Qual o preço desses equipamentos?
 - 6.4. Como o grupo pensa em adquirir esses equipamentos? (financiamento, compra, doação etc.)

PARTE IV: INFRA-ESTRUTURA

1. **Localização**
 - 1.1. O local onde se dará a produção é próprio?
 - 1.2. Como o grupo pretende adquirir o espaço para a produção?
 - 1.3. O local é longe de onde se dará a comercialização?
2. **Transporte**
 - 2.1. Como será o transporte dos produtos e das matérias-primas? (veículo próprio ou fretes).
 - 2.2. O grupo já possui ou pretende possuir algum veículo?

3. Estrutura para produção

- 3.1. Quais os equipamentos e ferramentas necessários para iniciar a produção?

PARTE V: PARCERIAS

1. Existe alguma instituição que ajuda o grupo de alguma forma? Que tipo de ajuda essas instituições prestam?
2. Que instituições podem ajudar? Descreva como, por quanto tempo, que tipo de relação se deseja atingir e se existe contrato.

PARTE VI: FINANCIAMENTO MÍNIMO

1. Qual o financiamento mínimo para a cooperativa iniciar a sua produção?
2. Em quantas etapas esse dinheiro entrará na cooperativa?
3. Quem financiará?

PARTE VII: CUSTOS E PONTOS DE EQUILÍBRIO

1. Quais os custos de produção da cooperativa? (fixos e variáveis)
2. Qual a remuneração mínima esperada pelos cooperados?
3. Quanto a cooperativa precisará vender para cobrir os custos e proporcionar aos cooperados a remuneração desejada?

PARTE VIII: CONCLUSÕES

De acordo com os dados, será possível a cooperativa existir?

CATEGORIA INTEGRAÇÃO
Menção honrosa

Nome do trabalho: “Prevención y control de patologías apícolas mediante sustancias naturales, herramienta útil de pequeños productores”

Autores: **Sandra Rosa Fuselli**, argentina residente na Argentina

Susana Beatriz Garcia de la Rosa, argentina residente na Argentina

Martin Javier Eguaras, argentino residente na Argentina

Rosália Fritz, argentina residente na Argentina

Judith Principal, venezolana residente na Venezuela

Carlos José Barrios Suarez, venezolano residente na Venezuela

PREVENCIÓN Y CONTROL DE PATOLOGÍAS APÍCOLAS MEDIANTE SUSTANCIAS NATURALES, HERRAMIENTA ÚTIL DE PEQUEÑOS PRODUCTORES

I. RESUMEN

Con el fin de proveer al sector apícola de herramientas útiles para la prevención y control de enfermedades de la colmena, se llevó a cabo la evaluación del efecto antibacteriano *in vitro* de 29 aceites esenciales frente a cepas de *Paenibacillus larvae*, agente causal de Loque Americana. Se determinó la concentración inhibitoria mínima (CIM) por la técnica de microdilución en caldo y la concentración bactericida mínima (CBM) en agar MYPGP. Los resultados de la inhibición *in vitro* indicaron diferencias altamente significativas entre los aceites esenciales testeados ($P < 0,01$) y un efecto antibacteriano de los aceites esenciales de canela (*Cinnamomun zeylanicum*) y tomillo de campo (*Acantholipha seriphoides*) significativamente diferente al resto de los aceites esenciales empleados en este estudio ($P < 0,01$). Sus principales componentes químicos, identificados y caracterizados mediante CG-EM, fueron el aldehído cinámico (67,8%) y el eugenol (4,7%) para el aceite de canela y el timol (29,2%) y el carvacrol (23,3%) para el aceite de tomillo de campo. Los valores promedio más bajos de CIM y CBM obtenidos fueron 100 mgL^{-1} y $200\text{-}250 \text{ mgL}^{-1}$ para canela y de 200 mgL^{-1} y $267\text{-}300 \text{ mgL}^{-1}$ para el tomillo de campo, respectivamente. Los aceites esenciales restantes registraron valores promedio de CIM y CBM mayores. Los aceites esenciales de canela y tomillo de campo que presentaron la mayor

actividad antimicrobiana frente a *P. larvae* fueron aplicados en ensayos *in vivo*. Ambos aceites resultaron exitosos en las pruebas de campo y se catalogan como productos «no tóxicos» para las abejas, pudiendo ser incorporados en un programa de manejo integrado de las colonias de abejas melíferas. Los aceites esenciales son sustancias naturales, económicas y de fácil obtención que evitarían la aplicación de productos de síntesis en el tratamiento de diferentes patologías apícolas.

2. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una excelente herramienta para mejorar las condiciones de vida de familias de bajos recursos. Actualmente se utiliza para auxiliar a aquellos jefes de familia desocupados y/o subocupados maximizando sus beneficios mediante la formación de consorcios productivos, integrados por los miembros de cuatro a seis familias, que pueden vivir de la rentabilidad generada por sus pequeñas empresas. Por otra parte, la apicultura es una actividad complementaria tanto para pequeños productores rurales como para pobladores urbanos del interior del país que encuentran en la producción de miel y subproductos una opción interesante para elevar sus niveles de ingresos.

En este contexto, es importante lograr un adecuado control de las enfermedades que afectan a las colonias de abejas en base a diferentes técnicas de manejo y a sustancias no contaminantes de fácil acceso. La obtención de mieles sin contaminantes hace que no existan limitantes en el mercado mundial para su exportación. Argentina ocupa el tercer lugar como país exportador de miel con una participación de más del 6,7% del mercado mundial, representando 93.000 toneladas anuales. Más del 90% de este volumen de miel se exporta a terceros países para su consumo. Por otra parte, Venezuela, si bien es un país tropical que posee más de 400.000 km² aptos para la apicultura, no se autoabastece en miel, razón por la cual debe adquirirla en el mercado externo para satisfacer su demanda, importando más de 460 toneladas/año, principalmente de México, Cuba y Canadá, representando cerca del 50% del consumo local. Este país tiene un elevado potencial de crecimiento

en cuanto a la comercialización de miel y a la expansión de la apicultura regional. En los últimos años los países compradores han impuesto controles cada vez más estrictos sobre residuos en distintos productos alimenticios, por lo que la miel orgánica, libre de contaminantes, adquiere un mayor valor de comercialización.

El empleo de la quimioterapia es el método más difundido en la Argentina y en el resto del mundo para el control de diferentes patologías que afectan a las abejas melíferas tales como Loque Europea, Loque Americana, Acariosis, cría yesificada (Ascosferosis), Nosemosis etc.

Actualmente los grandes productores mundiales efectúan el control del ácaro *Varroa destructor* y de Loque Americana, las dos patologías de mayor importancia en base a antibióticos y/o piretroides con registros comerciales, mientras que los pequeños productores efectúan la cura de estas enfermedades con formulaciones caseras y económicas, realizadas en forma artesanal.

Las sustancias quimioterapéuticas dejan residuos en la miel y por ser liposolubles se acumulan en las ceras, inclusive aún cuando los apicultores hacen uso de ellos de la manera recomendada. La presencia de residuos de estas sustancias fundamentalmente en la miel implica una reducción de la calidad, riesgo para su consumo y dificultad para su ubicación como producto comercial. Por lo tanto, es importante encontrar técnicas terapéuticas alternativas donde los tratamientos no sólo sean eficaces sino también inocuos y rentables.

Los compuestos naturales ofrecen una alternativa deseable para el control de las diversas patologías que afectan a las colmenas de abejas, dado que tienen baja toxicidad en mamíferos, poco efecto sobre el medio ambiente y amplia aceptación pública. Los aceites esenciales de muchas plantas son conocidos por exhibir una significativa acción antimicrobiana contra un amplio espectro de microorganismos. El aceite de clavo de olor (*Syzygium aromaticum* D.) ha presentado efectividad para inhibir el crecimiento de muchas bacterias Gram-negativas (Frag y col., 1989ab), diversos hongos micotoxigénicos y especies de *Penicillium* (Arrouz y Bullerman, 1982) así como esporas de *Clostridium botulinum* (Ismail y

Pierson, 1990). El aceite esencial de *Chrysanthemum indicum* presenta una significativa actividad antimicrobiana frente a 15 microorganismos, observándose una variación en el porcentaje de sus componentes de acuerdo al procesamiento de las muestras (Shunying y col., 2005). El timol, principal principio activo del aceite de tomillo, mostró efectividad contra *Clostridium botulinum* (Ismail y Pierson, 1990). Los aceites esenciales de orégano de las especies *Origanum vulgare* L. spp *hirtum*, *Origanum dictamnus* y un aceite comercial de orégano mostraron un alto contenido de carvacrol, timol, ϕ -terpenos y p-cimeno, además de exhibir un alto efecto inhibidor contra bacterias Gram positivas y Gram negativas (Sivropoulou y col., 1996). Se ha demostrado en ensayos previos *in vitro* que algunos aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas poseen actividad antimicrobiana contra distintas cepas de *Paenibacillus larvae* (Floris y Carta, 1990; Calderone y col., 1994; Alippi y col., 1996, 2001; Floris y col., 1996; Bazzoni y Floris, 1999, Fuselli y col., 2005) como así también propiedades acaricidas (Eguaras y col., 2003).

El objetivo del presente trabajo es evaluar y comparar por medio de ensayos *in vitro* e *in vivo* la actividad antimicrobiana de diferentes aceites esenciales frente a *Paenibacillus larvae*, agente causal de Loque Americana, para dotar al sector apícola de herramientas útiles en el control de enfermedades de la colmena con sustancias naturales, de elaboración artesanal y económica, evitando así la aplicación de productos de síntesis en el tratamiento de las colonias de abejas melíferas. La aplicación de resultados concretos impacta en un problema real y en una esfera social focalizada en familias y apicultores de escasos recursos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Aceites esenciales empleados

Los aceites esenciales utilizados en este estudio fueron: salvia (*Salvia officinalis* L.); orégano (*Origanum vulgare* L.); ajeno (*Artemisia absinthium* L.); ruda (*Ruta graveolens* L.); manzanilla (*Tagetes minuta* L.); muña-muña

(*Satureja odora* (Griseb) Epl.); verbena (*Verbena officinalis* L.); salvia blanca (*Lepechinia floribunda* (Benth.) Epl.); menta japonesa (*Mentha arvensis* L.); aguaribay (*Schinus molle areira* L.); romerillo (*Hetberothalamus alienus* (Spreng.) O. Kze.); peperina (*Mintbosthacchis mollis* Griseb); ajenjo (*Artemisia annua* L.); poleo (*Lippia turbinata* Griseb); sunchillo (*Wedelia glauca* (Ort.) Hoff.); té de burro (*Aloysia polystachya* (Gris.) Mold); romero (*Rosmarinus officinalis* L.); lavandín (Híbrido entre *Lavandula officinalis* y *L. latifolia*), tomillo de campo (*Acantholipha seriphioides* (A. Grey)) y menta (*Mentha piperita* L.) extraídos de especias o hierbas provenientes de distintas regiones de Argentina (provincias de San Luis, Córdoba, Neuquén y Buenos Aires) mediante el método de destilación por arrastre con vapor según Aldicara (1976). Además, se utilizaron aceites esenciales obtenidos comercialmente, tales como: Palmarosa (*Cymbopogon martin* Staph.) y citronela (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) provenientes de Shambhala (India); pomelo (*Citrus paradisi* Mac fad.) de Israel, árbol del té (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) de Australia; niaulí (*Melaleuca viridiflora* Soland) de Indonesia; naranja dulce (*Citrus sinensis* L. Osbeck), mandarina (*Citrus nobilis*) y limón (*Citrus limon* L. Burman f.) de Salamina (Italia) y canela (*Cinnamomun zeylanicum* Ness.) proveniente de Ceilán, constituyendo en total 29 aceites esenciales analizados.

Identificación y caracterización de los aceites esenciales

La identificación y caracterización química de los 29 aceites esenciales se efectuó mediante cromatografía gaseosa (CG) y espectrometría de masas (EM) en el Departamento de Ciencia de los Alimentos, Alma Mater Studiorum, Universidad de Bolonia, Bolonia, Italia. Adicionalmente se realizaron microextracciones en fase sólida (Solid Phase Microextraction: SPME) para muestrear el espacio de cabeza.

Los análisis de CG-EM fueron llevados a cabo con el equipo Agilent 6890 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) acoplado a un detector selectivo de masa Agilent 5973. El espectrómetro de masa se hizo funcionar con un voltaje de ionización de 70 eV. Se utilizó una columna capilar (Chrompack CP- Wax 52 CB) de 50 m de longitud y 0,32 mm de

diámetro interno y 1,2 µm de diámetro de film (Chrompack, Middelburg, Holanda). Las condiciones de corrida fueron las siguientes: se empleó un programa de temperatura, iniciándose el proceso a 50 °C durante un minuto, luego se incrementó la temperatura a razón de 1 °C/min hasta 65 °C y seguidamente hasta 220 °C a razón de 5 °C/min. El inyector y detector se mantuvieron a 250 °C, la relación de reparto fue de 1:20 y la presión en la cabeza de la columna fue de 14 psi. El gas de corrida: helio (1 mL/min), el volumen de inyección: 2 µL y el tiempo de corrida: 60 min.

Se realizó una microextracción en fase sólida (SPME) para testear los componentes volátiles de cada aceite esencial. La SPME es una metodología simple y eficiente que no utiliza solventes simplificando así el procedimiento de preparación de las muestras, siendo ideal para acoplarse con un espectrómetro de masas (EM). Esta técnica puede ser rutinariamente utilizada en combinación con la cromatografía gaseosa, con la cromatografía líquida de alta performance (HPLC) y con la electroforesis capilar, proveyendo una detección eficiente y resultados precisos (Vas y Vékey, 2004).

Se utilizó una fibra de microextracción construida con una cubierta de adsorción/desorción de poli(dimetilsiloxano)/divinilbenceno (PDMS/DVB) de 1 cm de longitud y 65 µm de ancho capaz de contener un volumen de 0,357 mL, con un soporte manual SPME (Supelco Inc., Bellefonte, PA). Antes de efectuar la corrida de cada uno de los aceites esenciales empleados en este estudio, la fibra fue expuesta a 250 °C por cinco minutos para su desorción como corrida blanco y fue acondicionada a 250 °C durante 0,5-1 hora, siguiendo el mismo procedimiento realizado por Song y col., 1998.

50 µL de aceite esencial se colocaron en vials de 2 mL sellados con tapa PTFE/silicona. La muestra fue luego equilibrada por 15 minutos a 45-50 °C para facilitar el desprendimiento de las moléculas volátiles que componen el aceite.

La fibra de microextracción de fase sólida fue insertada manualmente dentro del inyector del CG por cinco minutos penetrando el septo para la desorción de la muestra. Las condiciones de corrida fueron las mismas que se describieron anteriormente.

Los componentes fueron identificados utilizando el manual *Mass Spectral Database, Standard Reference Database* del *National Institute of Standards and Technology – United States Environmental Protection Agency – National Institute of Health* (1998) y *Registry of Mass Spectral Data* (Wiley, 1998), basándose en su tiempo de retención relativa y en el espectro de masa de los componentes del aceite en comparación con aquellos obtenidos con muestras auténticas y espectros de masa registrados en la librería de datos. Los resultados de las corridas de cada uno de los aceites esenciales se expresan como porcentaje de área de cada pico con respecto al área total de los picos. La determinación de la composición química de cada uno de los aceites utilizados en este estudio fue efectuada por duplicado.

Aislamientos e identificación de las cepas bacterianas

Se prepararon cultivos puros y frescos de *P. larvae* obtenidos desde larvas, escamas o miel de colmenas con síntomas de Loque americana de Argentina e Italia. El microorganismo se aisló en agar MYPGP (caldo Müeller Hinton-extracto de levadura-glucosa-piruvato de sodio, PO_4HK_2) con el agregado de $9 \mu\text{g mL}^{-1}$ de ácido nalidíxico incubando a $36 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 48-72 horas en microaerofilia (Dingman y Stahly, 1983). El extracto de levadura, obtenido por extracción acuosa de levadura de cerveza autolisada, ofrece excelentes condiciones de crecimiento, por su elevado contenido en vitaminas. El caldo según Müeller y Hinton (1941) mejora de forma considerable el crecimiento de microorganismos exigentes (Merck, 1994). Se utiliza para ensayos de sensibilidad o resistencia de microorganismos patógenos frente a agentes antimicrobianos. El piruvato de sodio, posee un efecto estimulante para el crecimiento, activando el metabolismo de las bacterias y el fostato dipotásico para ajustar el pH a 7. La pureza del cultivo fue chequeada por inoculación en agar MYPGP.

Las cepas de *P. larvae* a testear se repicaron en caldo infusión cerebro-corazón fortificado con $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ de clorhidrato de tiamina (Vit. B1) (pH: 6,6 con HCl) (CCC/T) y se incubaron 48 horas en microaerofilia

a $36 \pm 0,5$ °C para obtener el cultivo en fase exponencial de crecimiento. A partir de este cultivo se preparó el inóculo o suspensión bacteriana con una densidad de 10^7 - 10^8 células/mL (FDA, 1998), correspondiendo esta concentración a una absorbancia de 0,259 a 620 nm medida con un espectrofotómetro UV-visible (Shimadzu, UV-2101 PC, UV-VIS Scanning spectrophotometer, USA).

Se emplearon cepas bacterianas de referencia tales como *Escherichia coli* ATCC 29922, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 y *Bacillus cereus* ATCC 14579, procedentes del laboratorio de microbiología (DIPROVAL) de Bolonia (Italia), a fin de validar la técnica utilizada. Se utilizó la metodología de acuerdo a estándares internacionales según NCCLS (1999) para estas especies bacterianas de referencia, con la única diferencia de que el medio basal utilizado fue el caldo infusión cerebro-corazón suplementado con tiamina (CCC/T).

Determinación de la actividad antimicrobiana (CIM y CBM)

La eficacia de la acción antimicrobiana *in vitro* de cada aceite esencial utilizado en este estudio fue evaluada mediante la determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM) y la concentración bactericida mínima (CBM), frente a cepas de *P. larvae*. Se define como CIM a la mínima concentración del agente antimicrobiano capaz de inhibir *in vitro* al 90% del microorganismo o microorganismos en estudio (Lenette y col., 1987) y como CBM a la mínima concentración de antimicrobiano capaz de reducir el 99% de la población microbiana (García Damiano, 1991).

La determinación de la concentración inhibitoria mínima de los 29 aceites esenciales empleados frente a cada una de las cepas de *P. larvae* testeadas se efectuó mediante el método de microdilución en caldo. Este método se basa en la determinación del crecimiento del microorganismo en presencia de concentraciones decrecientes del antimicrobiano diluido en el medio de cultivo (Canton y col., 2000). La NCCLS no presenta recomendaciones con respecto a la determinación de la CIM para *P. larvae* (NCCLS, 1999), por esta razón se utilizó caldo infusión cerebro-corazón (Britania, Laboratorios Britania S. A.,

Argentina) suplementado con $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ de clorhidrato de tiamina (vitamina B₁) (Shimanuki y Knox, 1991), dado que esta bacteria crece con dificultad en caldo Müller-Hinton. A fin de efectuar el método de microdilución en caldo, se procedió como se detalla a continuación:

- Se utilizaron microplacas de 96 microcubetas (Greiner labortechnik, Germany). A cada microcubeta de la microplaca se le adicionó $100 \text{ }\mu\text{L}$ de caldo infusión cerebro-corazón suplementado con clorhidrato de tiamina (CCC/T).
- A su vez, se prepararon ocho soluciones stock (identificadas como: SS1, SS2, SS3, SS4, SS5, SS6, SS7 y SS8) para cada uno de los aceites esenciales testeados, con las siguientes concentraciones iniciales: $5.200 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS1), $4.400 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS2), $3.600 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS3), $3.200 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS4), $3.000 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS5), $2.800 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS6), $2.400 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS7) y $2.000 \text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ (SS8), respectivamente. Cada solución stock se preparó emulsionando el aceite esencial ensayado con propilenglicol (1-2 propanodiol) (The Merck Index, 1996) al 5 \% vv^{-1} en agua destilada estéril.
- Posteriormente, a la primera microcubeta de la serie, que contenía el caldo específico (CCC/T) para el crecimiento de *P. larvae*, se le agregó $100 \text{ }\mu\text{L}$ de la solución stock del aceite esencial a testear. Se procedió a realizar diluciones seriadas al medio (1:2) pasando $100 \text{ }\mu\text{L}$ de una microcubeta a otra, desde la primera a la décima microcubeta, obteniendo, de acuerdo a esta metodología concentraciones decrecientes del aceite esencial ensayado.
- Además, se incluyeron controles de: crecimiento correspondiente a la microcubeta número 11 (CCC/T + suspensión bacteriana) y la microcubeta número 12 que correspondió al control de esterilidad del medio (CCC/T). También, se determinó en paralelo la CIM de la oxitetraciclina a fin de controlar la sensibilidad frente a antimicrobianos del microorganismo testado.

Finalmente, $100 \text{ }\mu\text{L}$ de la suspensión bacteriana de la cepa de *P. larvae* a testear fue incorporada a la serie de diluciones del aceite esencial utilizado (microcubeta número 1 a 11). Las microplacas fueron

incubadas en microaerofilia a $36 \pm 0,5$ °C por 48 horas. Luego, se procedió a la lectura de los resultados mediante la observación de cada una de las microcubetas, visualizando el fondo sobre un lector con espejo. La primera microcubeta libre de turbidez se consideró como la concentración inhibitoria mínima (CIM). Se efectuaron seis réplicas de la determinación de la CIM de cada aceite esencial ensayado para cada una de las cepas analizadas.

Una vez determinada la CIM de cada aceite esencial se procedió a determinar la CBM, transfiriendo 100 μ L desde cada una de las microcubetas negativas (aquellas donde no se visualizó turbidez) a un medio sólido específico, agar MYPGP (Dingman y Stahly, 1983). Las placas fueron incubadas en microaerofilia a $36 \pm 0,5$ °C durante 48-72 horas a fin de determinar la concentración bactericida mínima (CBM). La CBM correspondió a la última concentración del agente antimicrobiano para la cual no se observó desarrollo de colonias sobre la placa. Se efectuaron seis réplicas de la determinación de la CBM.

Los resultados obtenidos de la CIM y CBM de los 29 aceites esenciales frente a cepas de *P. larvae* procedentes de Argentina e Italia, fueron comparativamente analizados mediante un ANOVA de doble clasificación (Statsoft, 2001). Mediante dicho análisis se evaluó la existencia de diferencias entre cepas bacterianas, de diferencias entre la actividad de los aceites esenciales, así como la interacción de las cepas bacterianas y los aceites esenciales utilizados. El análisis de la varianza (ANOVA) testeó como hipótesis nula (H_0) la existencia de una igualdad de respuesta de acción entre las cepas bacterianas de *P. larvae* frente a los distintos aceites esenciales, acción reflejada en los valores de CIM y CBM obtenidos. Como segunda hipótesis nula (H_2), se testeó la existencia de una igualdad entre la acción de los diferentes aceites y la posible interacción entre las cepas bacterianas y los aceites. Dado los resultados obtenidos a partir del ANOVA, se utilizó el método comparativo de medias de Tukey a fin de detectar las diferencias entre los aceites esenciales empleados.

Pruebas de campo

Se efectuaron los ensayos de campo en Argentina y Venezuela sobre el ecotipo de abeja local y con las condiciones climáticas de la región, que son dos de los factores que inciden en la eficacia en campo de las formulaciones basadas en aceites esenciales. Se eligieron para su aplicación sobre las colonias de abejas los aceites esenciales que presentaron mayor actividad antimicrobiana frente a *P. larvae*.

Previo al tratamiento de las colonias se efectuó una evaluación de la concentración letal media (CL_{50}) de cada aceite esencial seleccionado. La concentración letal media (CL_{50}) se define como la concentración a la cual muere el 50% de los individuos expuestos a un agente antimicrobiano y fue determinada según la metodología detallada por Lindberg y col. (2000). Los tratamientos se llevaron a cabo en cápsulas de Petri (60 x 20 mm) mediante una exposición completa de las abejas al aceite. La exposición completa consiste en el contacto directo del aceite en solución con los tejidos de las abejas, su exposición a los vapores y su ingesta por vía oral. El aceite esencial utilizado fue diluido en etanol a fin de obtener concentraciones entre 0,5 y 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Un ml de cada solución fue aplicada en el fondo de cada cápsula de Petri mediante rociado y cinco abejas adultas sin diferenciación de edad fueron utilizadas en cada caso. A cada placa, además, se le incorporó un recipiente con «candi» para la alimentación de las abejas durante toda la experiencia. Posteriormente, se contó el número de abejas muertas por cápsula a las 24, 48 y 72 horas de tratamiento. Se efectuó un tratamiento control del solvente, sin el agregado de aceite. Cada una de las dosis del aceite y el control se evaluaron por quintuplicado. A partir de la cuantificación de la mortalidad de abejas luego de la exposición al aceite esencial durante 24, 48 y 72 horas de tratamiento y de los valores promedios de la concentración inhibitoria mínima (CIM) obtenidos *in vitro* se calculó el índice de selección (IS) de los aceites frente a *P. larvae* como CL_{50} de abejas/ MIC de *P. larvae* (método modificado de Lindberg y col. 2000). Este índice es utilizado como un factor de seguridad a la hora de aplicar el aceite esencial en la formulación de campo.

Para realizar los bioensayos *in vivo*, veinte días antes de comenzar la aplicación de los aceites, se prepararon las colmenas utilizando 20 núcleos de abejas estandarizados en cinco-seis cuadros (cría operculada, cría abierta y reservas). Las colonias de las cuales se extrajeron los cuadros para la formación de los núcleos no habían sido tratadas con antibióticos por el término de 12 meses previo al ensayo. Las reinas se marcaron para ser reconocidas. Cada núcleo se infectó artificialmente con 50 escamas de Loque americana por cuadro, colocadas en un trozo de panal de cría de aproximadamente 5 x 3 cm en posición central en el cuadro central. Al cabo de tres días, el trozo de panal incorporado fue modificado en su totalidad por la actividad de las abejas y reconstruido con cera nueva, dando al cuadro de experimentación características normales y similares a los restantes cuadros de cría.

Las colonias de abejas se dividieron en cuatro grupos equivalentes en número, que recibieron los siguientes tratamientos:

- El Grupo A recibió el tratamiento convencional con oxitetraciclina, un antibiótico de uso común en apicultura para el control de la Loque americana. En total se realizaron tres aplicaciones a intervalos de 7 días. La dosis total suministrada fue de 1,2 g de oxitetraciclina por colonia, administrada en tres partes iguales de 0,4 g. El antibiótico fue suministrado con una parte igual de azúcar impalpable (0,4 g oxitetraciclina y 0,4 g de azúcar por cada aplicación).
- El Grupo B fue tratado con el aceite esencial de tomillo de campo (*A. seriphoides*) incorporado en solución de jarabe de azúcar en proporción 2:1 (azúcar/agua). En total se realizaron dos aplicaciones a intervalos de siete días. Se administraron semanalmente a cada colonia 250 ml de jarabe con una concentración de aceite esencial de 800 mgL⁻¹.
- El Grupo C recibió un tratamiento con aceite esencial de canela (*C. zeylanicum*) incorporado en iguales condiciones que el aceite esencial de tomillo de campo.
- El Grupo D no recibió ningún tipo de tratamiento, permitiendo que la infección se desarrollara sin ningún tipo de control.

En cada una de las colonias se realizaron conteos semanales del número de celdas con larvas infectadas y/o escamas y el número de celdas con larvas sanas. El primer conteo se realizó a los diez días de la aplicación de los aceites y se prolongó durante 31 días posteriores a la infección experimental. En todas las colmenas se colocaron trampas tipo Gary para contabilizar el número de abejas muertas. Los resultados obtenidos de esta experiencia fueron comparados entre sí mediante un ANOVA factorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las cepas de *P. larvae* fueron Gram positivas, catalasa y Voges-Proskauer negativas. Estos microorganismos produjeron indol y licuaron la gelatina, pero no hidrolizaron el almidón. Los sustratos que permitieron diferenciarlas fueron fructuosa (negativa), esculina (negativa) y D-tagatosa (positivo).

Los resultados del análisis de los principales constituyentes de los aceites esenciales fueron: α y β -tujona (37.1%), α y γ -terpineno (40.23%), α -tujona (62.3%), 2-decanona (34.08%), β -ocimeno (73.0%), pulegona (41.59%), limoneno (45.5%), 1,8-cineol (27.47%), mentol (33.35%), β -felandreno (34.3%), β -pineno (54.01%), pulegona (52.6%), artemisia cetona (36.3%), limoneno (45.9%), limoneno (38%), cis-tujona (79.8%), 1,4-cineol (18.6%) y β -mirceno (17.9%), linalol (44.6%), timol (26.9%), aldehído cinámico (67.8%), mentol (41.33%), geraniol (37.39%), citronela (24.61%), limoneno (69.87%), p-cimeno (24.18%), 4-terpineol (29.09%) y limoneno (74.42, 40.22 y 33.9%).

Todas las cepas demostraron tener algún grado de sensibilidad a los componentes de los aceites esenciales testeados, aunque fueron inhibidas por componentes volátiles específicos tales como aldehído cinámico, timol, α -tujona, artemisia cetona y 1,8-cineol correspondiendo a los aceites esenciales de canela, tomillo de campo, ajeno (*A. absinthium* y *A. annua*) y salvia blanca que presentaron mayor actividad antimicrobiana frente a todas las cepas de *P. larvae*.

El Comité Nacional de Estándares Clínicos de Laboratorio no proporciona un método estándar para determinar la CIM para *P. larvae* y tampoco establece límites con respecto a la resistencia de este microorganismo frente a antibióticos y aceites esenciales (NCCLS, 1999). El caldo infusión cerebro-corazón con el agregado de tiamina (CCC/T) provee un adecuado crecimiento de *P. larvae* para interpretación de la CIM, como así también de *Escherichia coli* ATCC 29922, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 y *Bacillus cereus* ATCC 14579, utilizadas en este estudio como cepas de referencia. Los valores promedios de CIM obtenidos fueron 800 mgL^{-1} para *E. coli* ATCC 29922 y *B. cereus* ATCC 14579, respectivamente y 750 mgL^{-1} para *S. typhimurium* ATCC 13311. Aunque los métodos de NCCLS han sido desarrollados para agentes antimicrobianos convencionales tales como los antibióticos, los mismos pueden adaptarse y con menores modificaciones ser utilizados para testear aceites esenciales y extractos de plantas (Carson y col., 1995).

Los resultados del ANOVA utilizando los valores obtenidos de la CIM y de la CBM correspondientes a la acción de 29 aceites esenciales frente a cepas de *P. larvae*, provenientes de Argentina e Italia, indicaron que existen diferencias significativas entre la respuesta de las cepas bacterianas frente a los distintos aceites esenciales testeados, con un $P < 0,05$. Se verificó también la existencia de diferencias altamente significativas entre la acción de los diferentes aceites esenciales con un $P < 0,01$ y la no existencia de un efecto aditivo por la interacción entre cepas y aceites ($P > 0,05$).

A partir de los resultados del método comparativo de medias de Tukey podemos confirmar que los aceites esenciales fueron agrupados de acuerdo a su acción antibacteriana *in vitro*, conformando grupos marcadamente diferentes entre sí.

Un primer grupo integrado por los aceites esenciales de palmarosa (*C. martinii*), árbol del té (*M. alternifolia*), limón (*C. limon*), mandarina (*C. nobilis*) y naranja (*C. sinensis*) con valores promedio de CIM entre $1.067\text{-}1.200 \text{ mgL}^{-1}$ y de CBM entre $1.200\text{-}1.400 \text{ mgL}^{-1}$, demostraron

poseer baja actividad antimicrobiana y cierta similitud en cuanto a componentes, tales como limoneno y β -mirceno presentes en todos ellos pero en distinta concentración. El γ -terpineno se encontró en concentración importante en el aceite esencial de limón, mandarina y árbol del té, pero no fue hallado en los otros aceites esenciales de este grupo.

Un segundo grupo constituido por 16 aceites esenciales tales como aguaribay (*S. molle areira*), lavandín (*L. officinalis* y *L. latifolia*), menta japonesa (*M. arvensis*), menta (*M. piperita*), poleo (*L. turbinata*), ruda (*R. graveolens*), orégano (*O. vulgare*), peperina (*M. mollis*), manzanilla (*T. minuta*), sunchillo (*W. glauca*), muña-muña (*S. odora*), romerillo (*H. alienus*), salvia (*S. officinalis*), romero (*R. officinalis*), té de burro (*A. polystachya*) y verbena (*V. officinalis*) no es significativamente diferente entre sí con respecto a su actividad antimicrobiana, posiblemente debido a que los valores promedio de la CIM obtenidos se encontraron entre 700-800 mgL⁻¹ y los de la CBM entre 800-1.100 mgL⁻¹. Este numeroso grupo de aceites presentó baja actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *P. larvae*, pero mayor que los aceites del grupo 1. En lo referente a la composición, estos aceites mostraron variabilidad en cuanto a algunos componentes particulares. La mayor similitud fue la presencia de limoneno en concentraciones relativamente bajas, a excepción del aceite esencial de verbena y de poleo en los que resultó ser el componente mayoritario. Fue bastante constante la presencia de α -pineno y β -mirceno en este grupo de aceites, como así también fue notable la presencia de *cis*-tujona (en el aceite esencial de té de burro) y β -pineno (en el aceite esencial de romerillo) etc.

Un tercer grupo formado por seis aceites esenciales: ajeno (*A. absinthium*), ajeno (*A. annua*), salvia blanca (*L. floribunda*), citronela (*C. nardus*), niaouli (*M. viridiflora*) y pomelo (*C. paradisi*) con valores promedio de CIM entre 400-567 mgL⁻¹ y de CBM entre 400-667 mgL⁻¹. Dichos aceites presentaron una moderada actividad antimicrobiana frente a *P. larvae*, posiblemente debido a su similar composición química, con principios activos tales como α - y β -tujona, alcanfor, α -pineno, 4-terpineol, geraniol, citronelal, artemisia cetona, 1,8-cineol, canfeno y limoneno. Los principios activos tales como 1,8-cineol, alcanfor y

borneol, extraídos de otras especies de salvia han demostrado poseer capacidad antibacteriana frente a un gran número de bacterias y hongos (Tepe y col., 2004).

El cuarto y último grupo integrado sólo por dos aceites esenciales, el aceite esencial de canela (*C. zeylanicum*) y el tomillo de campo (*A. seriphioides*), presentó diferencias altamente significativas en su respuesta antibacteriana entre sí y con el resto de los aceites esenciales ensayados. Su efectiva acción antimicrobiana se ve reflejada en los valores promedio de CIM de 100 mgL⁻¹ y de CBM entre 200-250 mgL⁻¹ para el aceite esencial de canela y valores promedio de CIM de 200 mgL⁻¹ y CBM entre 267-300 mgL⁻¹ para el aceite esencial de tomillo de campo, respectivamente. Dicha actividad se atribuye, en ambos casos, a la existencia de un alto contenido de aldehído cinámico, α -pineno, eugenol y *p*-cimeno presentes en el aceite esencial de canela y al timol, carvacrol y *p*-cimeno principios activos del aceite esencial de tomillo de campo.

Ross (1976) y Floris y col. (1996) también identificaron al cinamaldehído y el eugenol como los componentes más importantes de *C. zeylanicum*. Ouattara y col. (1997) demostraron que este aceite presenta actividad antimicrobiana frente a microorganismos deteriorantes de la carne, como así también acción antifúngica (Singh y col., 1995; Montes-Belmont y Carvajal, 1998). *Cinnamomum osmophloeum* cuyo principal componente también es el cinamaldehído demostró poseer actividad antibacteriana frente a distintas bacterias patógenas (Chang y col., 2001).

Los aceites esenciales ricos en compuestos fenólicos tales como carvacrol y timol son ampliamente conocidos por poseer altos niveles de actividad antimicrobiana (Panizi y col., 1993; Sivropoulou y col., 1996; Aligiannis y col., 2001). Según Ettayebi y col. (2000) el timol presenta acción inhibitoria frente a *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis*. El timol y el cimeno demostraron ser preservantes naturales frente a *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus* (Joven y col., 1994), mientras que los hongos y bacterias patógenas presentes en

alimentos también fueron controlados por estos compuestos (Ultee y col., 2000; López-Malo y col., 2002). El timol además, es empleado en preparaciones comerciales (Apilife Var®) para el control de *Varroa destructor* (Rickli y col., 1991; Imdorf y col., 1994; Eguaras y col., 2002). Carvacrol y γ -terpineno, tercer y cuarto componentes en orden de importancia en el aceite esencial de tomillo de campo, han sido también identificados por su amplia acción antibacteriana (Baydar y col., 2004).

A partir de los resultados obtenidos, se confirma que los aceites esenciales de canela y de tomillo de campo fueron los que presentaron la mayor actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *P. larvae*, siendo por lo tanto seleccionados para determinar su efectividad en las pruebas de campo.

Los bioensayos *in vivo* se efectuaron mediante la infección artificial de las colonias de abejas realizadas 20 días antes de la aplicación de dichos aceites, permitiendo que la enfermedad se desarrollara en todas las colmenas. Al cabo de 3 a 5 días, las abejas habían limpiado las celdas infectadas y la reina había puesto huevos en ellas. Durante la inspección del día 10 no se observaron larvas enfermas. La presencia de larvas afectadas se observó a partir de los 17 días posteriores a la infección artificial de las colonias. La observación y conteo se realizó en el cuadro central de las colonias en una superficie del centro del mismo (de ambas caras) delimitada por un rectángulo de 18 x 20 cm.

Todas las colonias mostraron signos de la enfermedad al mismo tiempo, indicando que el tipo de manipulación realizada para propagar la infección fue efectiva. El tratamiento control con el antibiótico oxitetraciclina mostró un mayor número de larvas infectadas con respecto a las otras colonias tratadas ($P < 0,01$), aunque en ningún caso la aparición de larvas infectadas se retrasó por la incorporación de los principios activos.

Al día 17 de iniciado el tratamiento, no se observan diferencias en la acción de los dos aceites esenciales y el antibiótico entre sí dado el bajo porcentaje de desarrollo de la enfermedad en todos los casos,

pero sí con respecto al tratamiento control ($P < 0,01$) que resultó ser el que mayor porcentaje de larvas infectadas presentó. A los 24 días de iniciado el tratamiento, se observó una reducción similar de la patogenia por parte del antibiótico y del aceite esencial de tomillo de campo ($P < 0,01$), siendo esta disminución de un 25 % con respecto al tratamiento control. El aceite esencial de canela mostró una menor efectividad ya que redujo la enfermedad en sólo un 14 %. Para el día 31 de iniciado el tratamiento, los aceites esenciales de tomillo de campo y de canela redujeron en un 33 % el grado de desarrollo de larvas afectadas con respecto al tratamiento control. Los valores de CL_{50} obtenidos para ambos aceites esenciales corresponden a productos «no tóxicos» para las abejas, que presentan un alto índice de selección, actuando sobre las infecciones bacterianas sin afectar a la colonia de abejas.

5. CONCLUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos podemos afirmar que la acción antibacteriana de los aceites esenciales de canela (*C. zeylanicum*) y tomillo de campo (*A. seriphioides*) es significativamente diferente a la acción antibacteriana del resto de los aceites esenciales testeados y que algunos de los aceites esenciales provenientes de plantas autóctonas de Argentina, además de *A. seriphioides*, tales como ajenjo (*A. absinthium*), ajenjo (*A. annua*) y salvia blanca (*L. floribunda*) presentaron una moderada actividad antimicrobiana frente a *P. larvae*.

Todas las cepas demostraron tener algún grado de sensibilidad a los componentes de los aceites esenciales testeados *in vitro*, atribuyéndose la inhibición probablemente a componentes volátiles específicos tales como aldehído cinámico y eugenol en el aceite esencial de canela (*C. zeylanicum*), timol y carvacrol, componentes principales del aceite esencial de tomillo de campo (*A. seriphioides*), α -tujona, alcanfor, sabineno y β -tujona en el aceite de *A. absinthium*, artemisia cetona, 1,8-cineol, β -mirceno y α -terpineno principios activos del aceite de ajenjo (*A. annua*) y 1,8 cineol, canfeno, alcanfor, limoneno y β -pineno en el aceite de salvia blanca (*L. floribunda*).

La utilización del aceite esencial de tomillo de campo (*A. seriphoides*) proveniente de una planta autóctona de la región norpatagónica y del aceite esencial de canela en pruebas de campo, representa un método natural alternativo y económico a los empleados en la actualidad, constituyendo un buen punto de comienzo para el control de Loque americana y otras patologías apícolas que podría ser empleado en preparaciones artesanales por los pequeños y grandes productores de miel.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aldicara, J. R. 1976. Essential oil. In: *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Edits, J. J. McKetta and W. A. Cunningham, Marcel Dekker, New York, USA, pp. 262.

Aliyiannis, N.; Kalpoutzakis, E.; Mitaku, S. & Chinou, I. B. 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oils two *Origanum* species. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49, 4168-4170.

Alippi, A. M. 1996. Caracterización de aislamientos de *Paenibacillus larvae* mediante tipo bioquímico y resistencia a oxitetraciclina. *Revista Argentina de Microbiología* 28: 197- 205.

Alippi, A. M.; Ringuet, J. A.; Henning, C. P. & Bandoni, A. 2001. Loque americana. Actividad antimicrobiana *in vitro* de algunos aceites esenciales y mezclas de esencias sobre *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*. *Vida Apícola* 106, 41-44.

Arrouz, M. A. & Bullerman, L. B. 1982. Comparative antimycotic effects of selected herbs, spices, plant components and commercial antifungal agents. *Journal of Food Protection* 45, 1298-1301.

Baydar, H.; Sagdiç, O.; Özkan, G. & Karadogan, T. 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control* 15, 169-172.

Bazzoni, E. & Floris, I. 1999. Azione *in vitro* di diversi oli essenziali contro *Paenibacillus larvae* e *Ascosphaera apis*. *Atti Apilombardia* 98, 191-197.

Calderone, N. W. & Shimanuki, H. 1994. An *in vitro* evaluation of botanical compounds for the control of the honeybee pathogens *Bacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the secondary invader *B. alvei*. *Journal of Essential Oil Research* 6, 279-287.

Canton, R.; García, J. E.; Gómez-Lus, M. L.; Martínez, L.; Rodríguez, C. & Vila, J. 2000. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos. *Procedimientos en Microbiología Clínica*, Ed: JJ Picazo CL. Cap. 11, pág. 1-44.

Carson, C. F.; Hammer, K. A. & Riley, T. V. 1995. Broth microdilution method for determining the susceptibility of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Microbios* 82, 181-185.

Chang, S-T.; Chen, P-F. & Chang, S-C. 2001. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal of Ethnopharmacology* 77, 123-127.

Dingman, D. W. & Stahly, D. P. 1983. Medium promoting sporulation of *Bacillus larvae* and metabolism of medium components. *Applied and Environmental Microbiology* 46, 860-869.

Eguaras, M.; Ruffinengo, S.; Faverín, C.; Cora, D.; Palacio, A. & Basualdo, M. 2002. Eficacia del timol en el control de *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), un parásito de la abeja melífera. *Revista Argentina de Producción Animal* 22 (1), 438.

Eguaras, M; Ruffinengo, S; Bailac, P. Y Ponzi, M. 2003. Efecto repelente de los aceites esenciales sobre el acaro *Varroa destructor* (Acari:Varroidae). 26 Congreso Argentino de Producción Animal, Octubre 2003. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 23. Supl. 1. 379-380.

Ettayebi, K.; El-Yamani, J. & Rossi-Hassani, B-D. 2000. Synergistic effects of nisin and thymol on antimicrobial activities in *Listeria monocytogenes* and *Bacillus subtilis*. *FEMS Microbiology and Letters* 183, 191-195.

Farag, R. S.; Daw, Z. Y. & Abo-Raya, S. H. 1989 a. Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium. *Journal of Food Science* 54, 74-76.

Farag, R. S.; Daw, Z. Y.; Hewedyand, F. M. & Baroty, G. S. 1989 b. *Antimicrobial activity of some Egyptian essential oils*. *Journal of Food Protection* 52, 665-667.

Floris, I. & Carta, C. 1990. *In vivo* activity of *Cinnamomum zeylanicum* Ness essential oil against *Bacillus larvae* White. *Apicoltura* 6, 57-61.

Floris, I.; Carta, C. & Moretti, M. 1996. Activités *in vitro* de plusieurs huiles essentielles sur *Bacillus larvae* White et essai au rucher. *Apidologie* 2, 111-119.

Food and Drug Administration (FDA). 1998. App. 3.73. In: *Bacteriological Analytical Manual*, 8th Ed. pp 581, AOAC International, Gaithersburg, USA.

Fuselli, S. R.; Gende, L. B.; García de la Rosa, S. B.; Eguaras, M. J. & Fritz, R. 2005. Antimicrobial activity of some Argentine Wild plant essential oils, against *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* causal agent of American Foulbrood Disease (AFB). *Journal of Apicultural Research* 45: 1, 2-7.

García Damiano, M. C. 1991. Normas de estudios clínicos de antimicrobianos (Parte II). *Enfermedades Infecciosas en Microbiología Clínica* 3(3), 17-28.

Imdorf, A.; Kilchenmann, V.; Maquelin, C. & Bogdanov, S. 1994. Optimierung der Anwendung von «Apilife VAR» zur Bekämpfung von *Varroa jacobsoni* Oud in Bienenvölkern. *Apidologie* 25, 49-60.

Ismail, A. & Pierson, M. D. 1990. Inhibition of germination, outgrowth and vegetative growth of *Clostridium botulinum* 67 B by spice oil. *Journal of Food Protection* 53, 755-758.

Juven, B. L.; Kanner, J.; Schved, F. & Weisslowicz, H. 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied of Bacteriology* 76, 626-631.

Lennette, S.; Balows, R.; Hansler, L. & Shadony, E. 1987. Manual de Microbiología Clínica. 4th. Ed. Panamericana. Buenos Aires. Argentina. Pág. 244.

Lindberg, C. M.; Melathopoulos, A. P. & Winston, L. M. 2000. Laboratory evaluation of miticides to control *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae), a honey bee (Hymenoptera: apidae) parasite. *Journal of Economic Entomology* 93, 189-198.

López-Malo, A.; Almanzora-Stella, M. & Palou, E. 2002. *Aspergillus flavus* dose-response curves to selected natural and synthetic antimicrobials. *International Journal of Food Microbiology* 73 (2-3), 213-218.

Merck. Manual de medios de cultivo. 1994. E. Merck. Darmstadt, Alemania. Pág. 125.

Montes-Belmont, R. & Carvajal, M. 1998. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. *Journal of Food Protection* 61, 616-619.

Müller, H. J. & Hinton, J. 1941. A protein-free medium for primary isolation of the *Gonococcus* and *Meningococcus*. *Proc. Soc. Expt. Biol. Med.*, 48: 330-333.

National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). 1999. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility test for bactetria isolated from animals. Approved Standard, NCCLS

Document M31-A, National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA, USA.

Ouattara, B.; Simard, R. E.; Holley, R. A.; Piette, G. J. P. & Begin, A. 1997. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International Journal of Food Microbiology* 37, 155-162.

Panizzi, L.; Flamini, G.; Cioni, P. L. & Morelli, I. 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. *Journal of Ethnopharmacology* 39, 167-170.

Rickli, M.; Imdorf, A. & Kilchenmann, V. 1991. Varroa-Bekämpfung mit Komponenten von ätherischen ölen. Treatment against varroaosis using compounds of essential oils. *Apidologie* 22, 417-421.

Ross, M. S. F. 1976. Analysis of cinnamon oils by high-pressure liquid chromatography. *Journal of Chromatography* 118, 273-275.

Shimanuki, H. & Knox, D. A. 1991. Diagnosis of honey bee diseases. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook N° AH-690, pp. 53, United States Department of Agriculture, Springfield, VA, USA.

Shunying, Z.; Yang, Y.; Huaidong, Y.; Yue, Y. & Guolin, Z. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Chrysanthemum indicum*. *Journal of Ethnopharmacology* 96:151-158.

Singh, H. B.; Srivastava, M.; Singh, A. B. & Srivastava, A. K. 1995. Cinnamon bark oil, a potent fungitoxicant against fungi causing respiratory tract mycoses. *Allergy* 50, 995-999.

Sivropoulou, A.; Papanikolaou, E.; Nikolaou, C.; Kokkini, S.; Lanaras, T. & Arsenakis, M. 1996. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Origanum* Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44, 1202-1205.

Sivropoulou, A.; Papanikolaou, E.; Nikolaou, C.; Kokkini, S.; Lanaras, T. & Arsenakis, M. 1996. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Origanum* Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44, 1202-1205.

Song, J.; Fan, L. & Beaudry, R. M. 1998. Application of solid phase microextraction and gas chromatography/time-of-flight mass spectrometry for rapid analysis of flavor volatiles in tomato and strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 3721-3726.

StatSoft, 2001. STATISTICA 6.0 for Windows. StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA.

Tepe, B.; Donmez, E.; Unlu, M.; Candan, F.; Daferera, D.; Vardar-Unlu, G.; Polissiou, M. & Sokmen, A. 2004. Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *Salvia cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) and *Salvia multicaulis* (Vahl). *Food Chemistry* 84, 519-525.

The Merck Index. 1996. Encyclopedia of chemicals, drugs and biological. Ed. 12 th. Merck Research Laboratories Division of Merck & CO., Inc. Whitehouse Station, pp. 8040, N.J., USA.

Ultee, A.; Slump, R. A.; Steging, G. & Smid, E. J. 2000. Antimicrobial activity of carvacrol towards *Bacillus cereus* on rice. *Journal of Food Protection* 63 (5), 620-624.

Vas, G. & Vékey, K. 2004. Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analyses. *Journal of Mass Spectrometry* 39 (3), 233-254.

Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data. 1998. Edits., F.W. McLafferty, D.B. Stauffer & E. Stenhagen, V 1-7, New York, USA.

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA
Mérito de participação

Nome do trabalho: “Educação em dia com a modernidade”

Ano escolar e nome da escola: 3º ano do ensino médio da Escola Estadual Erezinha Antunes Martins, Nova Porteira (MG) – Brasil

Autor: **Warley Alves Batista**, 17 anos, brasileiro residente no Brasil

EDUCAÇÃO EM DIA COM A MODERNIDADE

I. RESUMO

A educação nas escolas, principalmente públicas, aliando-se com a tecnologia poderá desempenhar, com sucesso, o papel de agente de transformação e de capacitação do indivíduo contribuindo para o domínio de novos conhecimentos.

A escola orienta os professores a utilizar a tecnologia como auxiliar do processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de oferecer ao aluno a possibilidade de transformar sua habilidade criadora em novos meios de construção do conhecimento. Exatamente por isso, os(as) educadores(as) devem ser capacitados(as) com cursos patrocinados pelo governo ou outras modalidades e constantemente atualizados(as) sobre as modernas técnicas e ferramentas tecnológicas com intuito de oferecer subsídios necessários para motivar os alunos ao aprendizado.

O contato com essas novidades amplia o horizonte dos(as) educadores(as) e oferece possibilidades pedagógicas que estimulam os alunos a serem protagonistas na construção do conhecimento.

Uma proposta prioritária para o Mercosul é que nas escolas, principalmente públicas, se adaptassem aulas de informática no Plano Curricular do Ensino Médio na parte diversificada de pelo menos duas aulas por semana de cinquenta minutos incluídas na grade horária. Acredita-se que os alunos concluirão a etapa escolar melhor qualificados para o mercado de trabalho, ampliando seus conhecimentos gerais, fortalecendo seu desenvolvimento intelectual

e pessoal, possibilitando-os a atuar de forma crítica, autônoma e ética, como agentes de transformação social, aptos a atuar em prol de uma sociedade justa e fraterna. Hoje qualquer pessoa sem conhecimento de informática estará impossibilitada de atuar no mercado de trabalho.

Este projeto visa proporcionar aos alunos maior conhecimento dos recursos tecnológicos através de um curso básico de informática em que aprenderão desde como se liga e desliga um equipamento até a utilização dos programas do Office.

2. INTRODUÇÃO

Considera-se como inclusão digital o processo mediante o qual as pessoas obtêm acesso à tecnologia digital e se capacitam para utilizá-la de modo a priorizar seus interesses e desenvolver competências que resultem na melhoria da qualidade de vida. Visa desenvolver o acesso à tecnologia digital, a capacidade de manejá-la do ponto de vista técnico e de integrá-la nos afazeres diários e escolares.

A maior parte das escolas hoje já propicia aos seus alunos acesso à tecnologia digital, pois possui computadores, *softwares* e acesso à internet - o primeiro passo à inclusão digital. Embora o tempo de acesso à tecnologia seja restringido pela razão número de alunos/número de máquinas disponíveis, o que demonstra claramente a necessidade de prover as escolas com mais computadores.

Assim sendo, a escola pode concentrar seus esforços naquilo que realmente importa para a inclusão digital, a saber: capacitar seus alunos para integrar a tecnologia ao cotidiano, desenvolver as competências requeridas para melhorar a qualidade de vida. Registre-se que o uso da tecnologia para o acesso à empregabilidade dos alunos-cidadãos é apenas uma das muitas maneiras de transformar a tecnologia em ferramenta promotora de cidadania.

Mas essa já é, na verdade, a função da escola! Nela (adequadamente concebida) a principal meta é formar o ser humano habilitando-o a

traduzir seus potenciais em competências que lhe permitam definir seu projeto de vida e transformá-lo em realidade. Sob outro ângulo, o principal afazer do aluno é aprender o que é necessário para que ele “dê certo na vida”, isto é, seja capaz de viver a vida que escolher para si mesmo.

Logo, qualquer programa de inclusão digital via escola deve explorar os mecanismos com que a tecnologia proporciona aos alunos aprender mais – no sentido de se tornarem capazes de fazer o que, antes, não sabiam –, pressupondo que, independente do tempo relativamente exíguo que a criança e o adolescente brasileiro passam na escola, seja dado o foco aos aprenderes realmente significativos para a vida.

3. INCLUSÃO DIGITAL EM NOVA ERA

Justificativa

Estamos na era da digitalidade, da informação e da comunicação. Os estudantes têm contato com a tecnologia desde cedo e quando chegam à fase escolar já trazem uma bagagem de conhecimentos tecnológicos que lhes permite ir sempre além. Isso faz pensar na atualização de conhecimentos de professores e pais que se encontram excluídos da geração digital e precisam adquirir não só para acompanhar o desenvolvimento das crianças e jovens, mas principalmente os avanços que surgem tão rapidamente.

Muitas pessoas ainda estão muito distantes desses recursos, seja por medo ou falta de oportunidades, o que gera desconforto quando se deparam com situações do cotidiano em que a utilização da tecnologia é essencial (bancos, supermercados, caixas eletrônicos, cartões de crédito etc.). Mesmo quem não tem computador em casa ou no trabalho convive com recursos tecnológicos e deles depende direta ou indiretamente, por isso são imprescindíveis os investimentos em ciência e tecnologia nas escolas.

Objetivos

- Oferecer à comunidade escolar oportunidade de utilizar os recursos do laboratório de informática educativa para aprimorar seus conhecimentos.
- Contribuir para o aumento de conhecimento da comunidade escolar, no que se refere ao uso das tecnologias.

Desenvolvimento

Este projeto visa proporcionar aos estudantes maior conhecimento dos recursos tecnológicos através de um curso básico de informática, além de descortinar aos estudantes uma visão macro, incentivando-os a desenvolver raciocínio lógico, ético e afetivo. Visa estimular também a criatividade, o senso de organização e o domínio das linguagens das modernas formas de comunicação. Com esse propósito, os alunos estarão capacitados a edificar os alicerces sociais em direção à compreensão e interação com a realidade circundante.

4. INCLUSÃO DIGITAL E A EDUCAÇÃO

A expressão “inclusão digital” surgiu como corolário da expressão “inclusão social”. Socialmente incluído é o indivíduo capaz de participar plenamente da vida social em todos os seus múltiplos aspectos. A expressão aparentemente surgiu em relação aos deficientes que, dependendo da natureza e intensidade da deficiência, em geral são excluídos de muitos aspectos da vida social. Hoje, porém, aplica-se predominantemente aos pobres que, em virtude de sua condição precária, são alijados do usufruto das benesses, digamos, mais interessantes e atraentes da vida.

Analogamente seria a condição do indivíduo capaz de utilizar plena e competentemente, em seus afazeres profissionais e pessoais, a tecnologia digital - isto é, especialmente computadores e a internet. Com a convergência para as tecnologias de comunicação, principalmente a telefonia fixa e celular.

Em suma, a formação digital vai capacitar os estudantes e profissionais da escola à universalização do conhecimento que lhes permitirá desenvolvimento pessoal e intelectual, com evidentes reflexos para a melhoria da própria vida e construção de sociedade mais eqüitativa.

A. Tecnologia

Há muitas formas de compreender a tecnologia. Para alguns ela é fruto do conhecimento científico especializado. É, porém, preferível compreendê-la da forma mais ampla possível como qualquer artefato, método ou técnica criados pelo homem para tornar seu trabalho mais leve, sua locomoção e sua comunicação mais fáceis, ou simplesmente sua vida mais satisfatória, agradável e divertida.

Nesse sentido amplo, a tecnologia não é algo novo; na verdade, é quase tão velha quanto o próprio homem, visto como homem criador (*homo creator*). Nem todas as tecnologias inventadas pelo homem são relevantes para a educação. Algumas apenas estendem sua força física, seus músculos. Outras apenas lhe permitem mover-se pelo espaço mais rapidamente e/ou com menor esforço. Nenhuma dessas tecnologias é altamente relevante para a educação. No entanto, as tecnologias que amplificam os poderes sensoriais do homem, sem dúvida, o são. Aplicadas à educação estendem seu alcance pelo alto poder em organizar, armazenar, aplicar e transmitir informação.

As tecnologias que amplificam os poderes sensoriais do homem (como o telescópio, o microscópio e todos os outros instrumentos que estendem e ampliam os órgãos dos sentidos humanos) são relativamente recentes e foram eles que, em grande medida, tornaram possível a ciência moderna, experimental.

As tecnologias que estendem a capacidade de comunicação do homem, contudo, existem há muitos séculos. As mais importantes, antes do século XIX, são a fala tipicamente humana, conceitual (que foi sendo desenvolvida aos poucos, desde tempos imemoriais), a escrita alfabética

(criada por volta do século VII a.C) e a imprensa, especialmente o livro impresso (por volta de 1450 d.C). Os dois últimos séculos viram o aparecimento de várias novas tecnologias de comunicação: o correio moderno, o telégrafo, o telefone, a fotografia, o cinema, o rádio, a televisão e o vídeo. Mais recentemente, como veremos, o computador se tornou um meio de comunicação que engloba todas essas tecnologias de comunicação anteriores.

As tecnologias que diversificam o conhecimento, e que estão centradas no computador digital, foram desenvolvidas em grande parte depois de 1940 - mas só começaram a ter grande impacto na sociedade a partir do final da década de 70 - com a popularização dos microcomputadores e sua interligação em redes. O computador, além de ser uma tecnologia fundamental para o processamento das informações, vem, como vimos, gradativamente absorvendo as tecnologias de comunicação à medida que estas se digitalizam.

B. Tecnologia na educação

Várias expressões são normalmente empregadas para se referir ao uso da tecnologia na educação. A expressão mais neutra, “tecnologia na educação”, parece preferível, visto que nos permite fazer referência à categoria geral que inclui o uso de toda e qualquer forma de tecnologia relevante (*hard* ou *soft*, incluindo a fala humana, a escrita, a imprensa, currículos e programas, giz e quadro-negro, e, mais recentemente, a fotografia, o cinema, o rádio, a televisão, o vídeo e, naturalmente, computadores e a internet).

Não há por que negar, entretanto, que, hoje quando a expressão “tecnologia na educação” é empregada, dificilmente se pensa em giz e quadro-negro ou mesmo em livros e revistas, muito menos em entidades abstratas como currículos e programas. Normalmente, quando se usa a expressão, a atenção se concentra no computador, que se tornou o ponto de convergência de todas as tecnologias mais recentes (e de algumas antigas). Especialmente depois do enorme sucesso comercial da internet, computadores raramente são vistos como máquinas isoladas, sendo sempre imaginados em rede.

Faz sentido lembrar aos educadores o fato de que a fala humana, a escrita e, conseqüentemente, aulas, livros e revistas, para não mencionar currículos e programas, são tecnologia e que, portanto, educadores vêm usando tecnologia na educação há muito tempo. É apenas a sua familiaridade com essas tecnologias que as torna transparentes.

“Tecnologia na educação” é uma expressão preferível à “tecnologia educacional”, pois esta sugere que há algo intrinsecamente educacional nas tecnologias envolvidas, o que não parece ser o caso. A expressão “tecnologia na educação” deixa aberta a possibilidade de que tecnologias que tenham sido inventadas para finalidades totalmente alheias à educação, como é o caso do computador, possam, eventualmente, ficar tão ligadas a ela que se torna difícil imaginar como a educação era possível sem elas. A fala humana (conceitual), a escrita e, mais recentemente, o livro impresso, também foram inventados, provavelmente, com propósitos menos nobres do que a educação em vista. Hoje, porém, a educação é quase inconcebível sem essas tecnologias. Segundo tudo indica, em poucos anos o computador em rede estará, com toda certeza, na mesma categoria.

C. Educação a distância (aprendizagem a distância e ensino a distância)

Dessas três expressões, a terceira é provavelmente a menos usada. Entretanto é a mais correta, tecnicamente falando.

Educação e aprendizagem são processos que acontecem dentro do indivíduo – não há como a educação e a aprendizagem ocorrerem remotamente ou a distância. Educação e aprendizagem ocorrem onde quer que esteja a pessoa, que é, num sentido básico e muito importante, o sujeito do processo de educação e aprendizagem, nunca o seu objeto. Assim, é difícil imaginar como educação a distância e aprendizagem a distância possam ser possíveis, a despeito da popularidade dessas modalidades.

É perfeitamente possível, contudo, ensinar remotamente ou a distância. Isso acontece o tempo todo. São Paulo doutrinou, a

distância, os fiéis cristãos que estavam em Roma, Corinto etc. usando cartas manuscritas. Autores, distantes no espaço e no tempo, ensinam seus leitores por intermédio de livros e artigos impressos. É possível ensinar remotamente ou a distância através de filmes de cinema, de televisão e de vídeo. Hoje podemos ensinar quase qualquer coisa, a qualquer pessoa, em qualquer lugar, pela internet.

Assim, a expressão “ensino a distância” será preferível sempre que houver necessidade de se referir ao ato de ensinar realizado remotamente ou a distância. Que a educação e a aprendizagem possam acontecer em decorrência do ensino é inegável, mas, como já argumentado, não nos deve levar a concluir que a educação e a aprendizagem que ocorrem em consequência do ensino remoto ou a distância também estejam ocorrendo remotamente ou a distância.

D. Aprendizagem mediada pela tecnologia

A despeito de sua popularidade, ensino a distância talvez não seja a melhor aplicação da tecnologia na educação hoje. Este lugar possivelmente deve ser reservado ao que pode ser chamado de aprendizagem mediada pela tecnologia. Como mencionado, não há dúvida de que a educação e a aprendizagem podem ocorrer como resultado do ensino. Mas também não há dúvida de que a educação pode ocorrer através da auto-aprendizagem, através daquela modalidade de aprendizagem que não está associada a um processo de ensino, mas pela interação do ser humano com a natureza, com outras pessoas e com o mundo cultural. Grande proporção da aprendizagem humana acontece dessa forma e, segundo alguns pesquisadores, é mais significativa – isto é, acontece mais facilmente, é retida por mais tempo e é transferida de maneira mais natural para outros domínios e contextos – do que a aprendizagem por processos formais e deliberados de ensino.

O que é particularmente fascinante nas novas tecnologias disponíveis hoje, em especial na internet e, dentro dela, na web, não é

que, com sua ajuda, seja possível ensinar remotamente ou a distância, mas, sim, que elas nos ajudam a criar ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem nos quais as pessoas interessadas e motivadas podem aprender quase qualquer coisa sem, necessariamente, se envolver num processo formal e deliberado de ensino. A aprendizagem, nesse caso, é apenas mediada pela tecnologia.

Não há dúvida de que atrás da tecnologia há outras pessoas que preparam os materiais e os disponibilizam através da rede. Quando alguém usa os recursos hoje disponíveis na internet para aprender de maneiras automotivadas e exploratórias, ele usa materiais de diferentes naturezas, preparados e disponibilizados em contextos os mais variados, não raro sem qualquer interesse pedagógico, e o faz de maneira totalmente imprevisível que, portanto, não pode ser planejada, e num ritmo que é totalmente pessoal e regulado apenas pelo desejo de aprender e pela capacidade de assimilar e digerir o que o educando encontra pela frente.

Por causa disso, não parece viável chamar essa experiência de ensino a distância, como se fosse a internet que ensinasse, ou como se fossem as pessoas por detrás dos materiais que ensinassem. O que está acontecendo em um contexto como o descrito é aprendizagem mediada pela tecnologia, auto-aprendizagem, isto é, aprendizagem que não é decorrente do ensino.

5. MODALIDADES DE USO DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

À vista do que se disse, é possível concluir que as categorias em que podem ser classificadas as principais maneiras de utilizar a tecnologia na educação são:

Em apoio ao ensino presencial

Em apoio ao ensino a distância

Em apoio à auto-aprendizagem

6. TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO E A TRANSFERÊNCIA DE PODER PARA O APRENDIZ

Para que a tecnologia, quando usada na educação, possa ser instrumento de transferência de poder para o aprendiz permitindo que ele, de posse das potentes ferramentas de aprendizagem que a tecnologia coloca à sua disposição, possa gradativamente se tornar autônomo em sua aprendizagem, é necessário que, junto com a introdução da tecnologia na educação, sejam repensadas as práticas educacionais da escola, de modo a se rever, especialmente, a função dos conteúdos curriculares e o papel do professor no desenvolvimento das competências e habilidades que farão do aprendiz alguém capaz de aprender sempre à medida que constrói seus projetos de vida no plano pessoal e social.

Muitos autores têm chamado nossa atenção para o fato de que se um médico, um engenheiro e um professor tivessem sido congelados cem anos atrás, no final do século XIX e, agora, fossem descongelados e tivessem que voltar a exercer sua profissão, o médico e o engenheiro não teriam a menor condição de voltar a trabalhar sem profunda readaptação, pois tais profissões foram indelevelmente transformadas, nos últimos cem anos, em grande parte pelas descobertas científicas e pelos desenvolvimentos tecnológicos.

O médico (basta esse exemplo) não saberia o que fazer com tomógrafos, equipamentos de ultra-sonografia, ressonância magnética, cintilografia, não conheceria a maior parte dos remédios hoje disponíveis, ficaria abismado, dentro dos centros cirúrgicos, com as técnicas cirúrgicas, as operações feitas com a ajuda de microcâmeras, o uso do laser e de tantos outros equipamentos. Ele teria, na realidade, que reaprender a exercer a profissão.

O mesmo vale para o engenheiro e para quase todas as outras profissões que já existissem cem anos atrás.

E o professor? Este, em contraste com o médico, provavelmente entraria sem problemas numa sala de aula típica de nossas escolas e, ressalvada alguma desatualização nos conteúdos (que estariam meio

envelhecidos), não teria a menor dificuldade em continuar a dar aulas do mesmo jeito que o fazia há cem anos - porque essa é a forma como a maioria dos professores de hoje ainda ministra aulas. Ele não precisaria, de forma alguma, reaprender a exercer a sua profissão.

Por que esta diferença? Por que esse contraste? Por que, de todas os setores de nossa sociedade, a educação escolar é a que mais tarda em se valer das tecnologias de informação e comunicação que hoje estão disponíveis?

Se a educação escolar deve, hoje, preparar as pessoas para viverem como indivíduos, cidadãos e profissionais, no século XXI, em que a presença da tecnologia na vida diária, social e profissional certamente será maior ainda, por que não nos valem, para educar, dos recursos tecnológicos à nossa disposição?

Não há nada sagrado e permanente nas tecnologias que usamos para educar.

Antigamente, usava-se apenas a voz. Sócrates, talvez, seja o maior educador que se valeu exclusivamente de sua voz para educar. Ele chegou até mesmo a criticar o uso de materiais escritos (textos) na educação: segundo ele, textos, além de enfraquecer nossa memória, não permitem a interação e o diálogo que, para ele, era essencial na educação.

Apesar da oposição de Sócrates, as tecnologias envolvidas na preparação de materiais escritos entraram, e entraram para ficar, na educação. Originalmente manuscritos, os textos, a partir de meados do século XV, começaram a ser impressos - o livro impresso sendo mais uma tecnologia que alterou profundamente nossa forma de educar.

Hoje os professores não saberiam educar sem usar materiais escritos para preparar suas aulas, sem poder esperar que seus alunos tenham acesso a livros-texto, livros paradidáticos, enciclopédias, revistas, jornais e materiais impressos de toda a ordem. Levou quase quinhentos anos para livros e revistas serem vendidos, por baixo preço, em bancas que encontramos em cada esquina, e para se tornarem onipresentes na educação.

É possível que daqui a uns vinte anos, quem sabe menos, as pessoas olhem para trás e se perguntem como é que nós educávamos, no final do século XX, sem computadores, sem redes digitais que transmitem informações multimídias de um canto para o outro do mundo em microssegundos, sem ferramentas de busca e pesquisa que nos permitem encontrar qualquer informação em segundos, sem poder nos comunicar instantaneamente uns com os outros independentemente do local em que nos encontramos.

Ou será que daqui a vinte anos ainda estarão educando do mesmo jeito de hoje, do mesmo jeito que o fazia, cem anos atrás, o professor congelado usando apenas as tecnologias da voz, do livro, do giz e do quadro negro?

7. INCLUSÃO DIGITAL: DESAFIOS MAIORES QUE AS SIMPLES BOAS INTENÇÕES

Os impactos sociais da informática, conquista da ciência e da tecnologia, são capazes de levar a uma transformação maior que a da máquina a vapor. Uma sociedade baseada cada vez mais na troca de valores simbólicos, do dinheiro à informação, vai mudar o eixo da economia, acabar com o conceito atual de trabalho, valorizar mais que tudo o conhecimento e a aprendizagem. Nesse cenário, os excluídos serão cada vez mais excluídos – com o poder se concentrando nas esferas virtuais (com profundo controle nas esferas reais) –, a não ser que se implementem eficazes e massivas ações para promover sua inclusão digital.

Na educação, a internet traz um potencial inovador ímpar, pois permite ultrapassar as paredes da sala de aula com a troca de idéias com alunos de outras cidades e países, intercâmbio entre os educadores, nacional e internacionalmente, pesquisa *online* em bancos de dados, assinatura de revistas eletrônicas e o compartilhamento de experiências em comum. Esse novo ambiente de aprendizagem, que não reside mais apenas na escola, mas também nos lares e nas empresas, traz novos desafios para os educadores, mais que nunca chamados a serem facilitadores e motivadores.

Como introduzir as novas tecnologias na escola, particularmente no ensino público, onde tantas outras prioridades são relevadas? Aprofundaremos cada vez mais a clivagem social se não houver uma efetiva política que garanta o pleno acesso de todos às novas tecnologias. Num mundo em transformação, onde cada vez mais o computador é o veículo de transporte da mente e um instrumento essencial de trabalho, não podemos preparar as novas gerações para um mundo de subalternidade tanto do ponto de vista individual quanto na perspectiva da nação.

No mundo do trabalho, as situações mudarão bastante, também. Para quê ir até o escritório bater à máquina, se isso pode ser feito a distância, via modem? Poucando, assim, horas de deslocamento (deslocar a informação, não mais o corpo), a presença familiar mudará substancialmente. Nota-se, nas famílias que usam a internet no teletrabalho em casa, o resgate do ensino do ofício aos filhos. Mudanças, portanto, também no seio da família e do que entendemos por lar.

E o desemprego? Hoje, ao fazermos uma transação bancária no micro de nossa casa, repassamos para o usuário o trabalho que antes era feito por um funcionário. Em breve, compraremos carros através de uma conexão gráfica com a fábrica que, *just in time*, fabricará o carro que acabamos de desenhar no terminal. Novos desafios, portanto, para a sociedade. Novas formas de se repensar a distribuição de renda e assegurar o direito de todos os seres humanos à busca da felicidade; do contrário, teremos um *apartheid* tecnológico como nunca visto.

Você é daqueles que nem se lembra em quem votou para deputado nas últimas eleições? Que tal votar agora em um com quem você possa se comunicar via e-mail e que o coloque a par dos projetos, que seja, enfim, seu representante no parlamento? E o que será do Poder Executivo se cada cidadão puder ter acesso, garantido em Constituição, aos bancos de dados e fizer cruzamentos das informações obtidas? Imagine a nova participação da cidadania se cada pessoa com insônia, às duas da manhã, for verificar como estão sendo aplicados os recursos em sua cidade! O voto será eletrônico, sem boca-de-urna, cada um em sua casa! Novas formas de manipulação da informação irão surgir, é claro, mas o pesadelo que Orwell imaginou em seu *1984* será ao contrário, pois o Big Brother poderá ser vigiado por milhões de olhos!

8. INCLUSÃO DIGITAL: CADA VEZ MAIS NO CENTRO DA INCLUSÃO SOCIAL

Discutiu-se, no início, o que seria inclusão social, questionando a tendência de reduzi-la à inclusão marginal. O pobre é acomodado dentro do sistema, mas em sua margem. Essa é a tendência predominante na política social neoliberal. A seguir, discute-se a discriminação digital, em particular aquela agravada pela escola pública. De um lado, analisa-se a exclusão dos alunos mais pobres, mas que são incluídos na margem, tendo em vista que as novas tecnologias penetram todas as partes do sistema. De outro, analisa-se a exclusão mais ampla alimentada pela escola que não sabe ler a realidade digital e, por isso, não capacita os alunos nessa habilidade. O analfabetismo digital é visto como, possivelmente, o pior de todos os analfabetismos. A inclusão digital precisa incluir a habilidade de o excluído controlar sua inclusão.

INCLUSÃO SOCIAL, INCLUSÃO DIGITAL, ANALFABETISMO DIGITAL, EXCLUSÃO DIGITAL

A. Sobre inclusão social

Inclusão social tornou-se palavra fácil, cujas práticas tendem a ser o reverso. Por exemplo, em educação, inclusão social tornou-se progressão automática, ou seja, imaginando-se favorecer estudantes com dificuldade de aprendizagem, crianças são empurradas para cima de qualquer maneira e, logo, alcançam a 8ª série, mas ainda não entendem o que lêem. Foram incluídas socialmente? Outro exemplo: famílias integradas no programa Bolsa Família, de certa maneira, melhoram suas condições materiais de vida, mas dificilmente conseguem sair dessa situação assistida. É isso inclusão social? Facilmente aceitamos como inclusão social a inclusão na margem. Os pobres estão dentro, mas dentro, lá na margem, quase caindo fora do sistema. Continuam marginalizados. O que mudou foi a maquiagem da pobreza.

Alguns falam de política social “como efeito de poder” para indicar que, ao invés de os programas construírem condições emancipatórias,

bastam-se como repasse de restos e isso favorece, ao final, os donos do poder. Em contexto similar, fala-se de solidariedade muito facilmente, em especial quando proposta por países e agências financeiras que, pregando o amor ao próximo, não vão além de atrelar os países mais pobres ao capital internacional. Colocam na berlinda os mestres da ilusão do Banco Mundial, questionando seus programas de combate à pobreza, não só porque os resultados até hoje são pífios, mas, principalmente, porque se trata de solidariedade como efeito de poder.

Desde sempre escutamos essa cantilena da distribuição da renda com vistas à inclusão social, sem proveito satisfatório. Primeiro, é muito diferente falar da pobreza em países onde os pobres são minoria, como foi o caso do *Welfare State*. No contexto de uma sociedade relativamente igualitária (predominância expressiva de classe média), políticas universalistas são as mais adequadas, porque se supõe que todos têm alguma condição de acesso equitativo. Quando se oferece educação pública gratuita, é a mesma para todos e de qualidade elevada e todos podem usufruir razoavelmente. Segundo, outra é a situação de sociedades pobres, nas quais a pobreza é expressiva e mesmo majoritária. Nessas sociedades de classe, haveria pouco sentido em tratar os donos dos meios de produção e os trabalhadores do mesmo modo, porque apenas agravariamos as desigualdades à medida que os excluídos seriam ainda mais excluídos. Por isso, oferecendo políticas sociais de qualidade, os mais ricos delas se apropriam, restando para a população mais pobre ofertas pretensamente universalistas, mas que são coisa pobre para o pobre. Terceiro, o desafio não é distribuir, mas redistribuir renda, porque, estando a renda violentamente concentrada, trata-se de diminuir a riqueza dos mais ricos e elevar as condições sociais dos mais pobres. Não conhecemos políticas sociais efetivamente redistributivas de renda porque o ambiente neoliberal não permite: podemos distribuir sobras orçamentárias que não comprometam o saque do Estado pela elite.

Nesse debate, existe ainda outro ponto a sublinhar. Na discussão francesa sobre exclusão social, aparece freqüentemente a idéia de que os pobres seriam, cada vez mais, descartáveis. Os países mais ricos, com efeito, já internalizaram essa perspectiva: o Terceiro Mundo, ou, pior ainda,

o Quarto Mundo, não despertaria mais qualquer interesse, nem mesmo de oferta de matéria-prima, porque a economia intensiva de conhecimento teria suas próprias soluções tecnológicas. Considero essa visão muito equivocada, porque ofusca a dialética que une, umbilicalmente, pobres e ricos, países avançados e atrasados. Pobreza não é mau jeito do mercado, mera carência material, casualidade, mas produto histórico dialético. O fato de que países pobres se tornem pretensamente descartáveis indica que esse produto histórico chegou ao cúmulo do sarcasmo, mas não desfaz a unidade de contrários. Aproveita-se essa circunstância para lançar a “culpa” pelo atraso sobre os atrasados encobrando a dinâmica neoliberal que fabrica exclusão social como marca crucial de sua própria razão de ser. Segue que, diante da exclusão, é mister confrontar-se com ela, não entregar-se ao opressor, porquanto, como dizia Paulo Freire, se o oprimido não se confrontar, adota o opressor. Hoje, inclusão social está contaminada dessa malandragem: como regra é arapuca do opressor.

B. Exclusão digital

A *digital divide*, como se diz nos Estados Unidos, é problema agudo de países atrasados, mas acomete também vastas camadas em países avançados, porque muitos adultos/idosos não se propõem mais inserir-se na sociedade digital com autonomia. Usam produtos digitais como consumidores (da nova mídia, por exemplo), mas não se dispõem mais a desenvolver habilidades digitais de manejo próprio. Interessa-nos aqui a discriminação digital contra imensos segmentos sociais pobres, situação em geral agravada pela má qualidade da escola pública. Essa questão detém enorme complexidade. Primeiro, não se pode imaginar que, de repente, pudéssemos saltar por cima do atraso tecnológico nacional ou por cima da necessidade de infra-estruturas adequadas. Em muitos interiores, a infra-estrutura é ainda muito precária para abrigar a nova mídia em condições mínimas. Segundo, a inclusão digital na escola depende, em grande medida, da qualidade docente, no sentido de que os professores precisam enfronhar-se definitivamente nessa seara, o que, em geral, a pedagogia e a licenciatura não o fazem, sem falar nas condições socioeconômicas adversas.

Segundo as pesquisas, é muito elevado o número de docentes que não possuem acesso digital: quase 90% nunca participaram de lista de discussão através do correio eletrônico; quase 60% nunca usaram correio eletrônico; perto de 60% nunca navegaram na *internet*; por volta de 54% nunca se divertiram com seu computador. Terceiro, há de se levar em conta que essa precariedade docente contamina não só alunos pobres, mas igualmente os outros, ainda que em dimensões muito diferentes. Os alunos mais pobres ficarão fora, naturalmente, porque ainda é impensável ter computador em casa e, muitas vezes, na escola. Ficar fora, entretanto, precisa ser visto dialeticamente, porque, sendo inevitável a penetração das novas tecnologias, os pobres estarão dentro, mas como excluídos. Serão incluídos, de qualquer maneira, na margem. Aparece, então, o desafio do que seria inclusão digital para eles. Como regra, a tendência é considerar inclusão o que não passa de efeito de poder, na medida em que se reservam para eles os restos, tais como: equipamentos sucateados, cursos precários, ambientes improvisados, treinamentos encurtados, programas baratos.

Quanto aos outros alunos, a discriminação digital pode ser menos de ordem material de acesso a equipamentos, por exemplo, e mais a pobreza do ambiente escolar, cuja linguagem não se coaduna com os desafios digitais fora da escola. Estando mal preparada a escola, continua falando seu próprio latim à revelia da realidade digital. O aluno perde a oportunidade de aprender a ler a realidade, incidindo em outro nível da discriminação digital: embora possa saber lidar com ela, não a sabe ler no sentido de compreender, interpretar, reconstruir. Não sabe pensar os desafios de uma sociedade e economia informacionais.

Sobre esse pano de fundo, emergem pelo menos dois grandes horizontes: enfrentar o atraso tecnológico para não ficar para trás definitivamente; enfrentar a precariedade da escola pública para não permitir que a população seja incluída na margem. Ao mesmo tempo, há de se levar em conta a crítica de, quando se discute o conhecimento já amealhado sobre pobreza, constatar-se que a pobreza investigada continua mais ou menos a mesma, enquanto os pesquisadores da pobreza vão de vento em popa. A pobreza também tem charme!

O analfabetismo digital vai se tornando, possivelmente, o pior de todos. Enquanto outras alfabetizações são já mero pressuposto, a alfabetização digital significa habilidade imprescindível para ler a realidade e dela dar minimamente conta para ganhar a vida e, acima de tudo, ser alguma coisa na vida. Em especial, é fundamental que o incluído controle sua inclusão.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E ELETRÔNICAS

Instituto Ayrton Senna, ESCOLA2000, no site: <www.escola2000.org.br> acesso em 1º/3/2007.

Centro de Inclusão Digital e Educação Comunitária - Cidec <www.cidec.futuro.usp.br> acesso em 1º/3/2007.

Profissão Mestre, no site: <www.profissaomestre.com.br> acesso em 1º/3/2007.

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, IBICT <www.ibict.br/> acesso em 5/3/2007.

Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado de Minas Gerais, Cectes-MG <<http://www.sectes.mg.gov.br>> acesso em 5/3/2007.

Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT <<http://www.mct.gov.br>> acesso em 7/3/2007.

DEMO, P. *O charme da exclusão social*. Campinas: Autores Associados, 1999.

_____. *Solidariedade como efeito de poder*. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. *Pobreza da pobreza*. Petrópolis: Vozes, 2003.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

LASH, S. *Crítica de la información*. Buenos Aires: Amorrortu, 2005.

O'CONNOR, A. *Poverty knowledge: social science, social policy, and the poor in twentieth-century U.S. history*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

POPKEWITZ, T. S. *Lutando em defesa da alma: a política do ensino e a construção do professor*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SEQUEIROS, L. *Educar para a solidariedade: projeto didático para uma nova cultura de relações entre os povos*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, M. O. & SILVA; YAZBEK, M. C.; GIOVANNI, G. *A política social brasileira no século XXI: a prevalência dos programas de transferência de renda*. São Paulo: Cortez, 2004.

NOTA SOBRE OS AUTORES

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA – 1º LUGAR

A equipe responsável pelo trabalho vencedor é composta por estudantes do 7º ano no Colégio San Patricio localizado em Tucumán na Argentina. Os integrantes da equipe são **Paula Maria Pedraza** (12 anos), **Maria Guadalupe Gómez Alonso** (11 anos), **Belén Rodríguez del Busto** (12 anos) e **Rogélio Navarro Vitar** (12 anos).

CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR – 1º LUGAR

Cristina Baldauf, brasileira de 29 anos, Bióloga (UFRGS), Mestre em Biologia Vegetal (UFSC). Pesquisadora do Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais e do Laboratório de Ecologia Humana e Etnobotânica (UFSC). Integrante da ONG Anama onde desenvolve o Projeto Samambaia-Preta.

CATEGORIA INTEGRAÇÃO – 1º LUGAR

Marta Irene Litter, argentina, Doctora en Química de la Universidad de Buenos Aires, con posdoctorado en la Universidad de Arizona (EE.UU.). Actualmente es Investigadora de la Comisión Nacional de Energía Atómica y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, así como Profesora Titular de la Universidad Nacional de General San Martín. Es Coordinadora Internacional de la Red IBEROARSEN de CYTED.

Wilson de Figueiredo Jardim, brasileiro, licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos. Doutorado em filosofia (Ph.D.) pela Faculdade de Ciências da Universidade de Liverpool, Liverpool, Inglaterra. Atualmente é Professor Titular (MS-6) do Departamento de Química Analítica da Universidade Estadual de Campinas. Tem vários livros e artigos publicados no Brasil e no exterior.

Miguel Ángel Blesa, argentino, Doctor en Química de la Universidad Nacional de La Plata. Actualmente es Investigador Superior de la Comisión Nacional de Energía Atómica (donde dirige el Departamento de Química) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. También es Profesor Titular de la Universidad Nacional de General San Martín, donde dirige el Centro de Estudios Ambientales.

Juan Martín Rodríguez, peruano, Físico, Profesor e investigador de la Universidad Nacional de Ingeniería (1993) e Investigador del Instituto Peruano de Energía Nuclear (2002). Dedicado a la investigación y desarrollo de materiales avanzados y sistemas para la descontaminación de agua.

Lorena del Pilar Cornejo Ponce, chilena, Doctora en Ciencias Mención Química Analítica, Académica de la Universidad de Tarapacá, Arica-Chile, Investigadora y Miembro del Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, CIHDE. Sus actividades científicas se relacionan con el estudio del Medio Ambiente, contaminación y desarrollo de tecnologías de descontaminación realizadas a través del Laboratorio de Investigaciones Medioambientales de Zonas Áridas.

Maria Cristina Apella, argentina, Doctora en Ciencias Bioquímicas de la UNLP. Profesora de la Universidad Nacional de Tucumán e Investigadora de CERELA-CONICET. Especialidad: Microbiología-Biotecnología.

Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, argentina, residente en Brasil, Bioquímica (Universidad Nacional de Tucumán – Argentina). Maestría en Microbiología e Inmunología (Universidad Federal de São Paulo/Brasil). Doctorado en Microbiología Ambiental (Universidad de São Paulo/Brasil). Profesora e investigadora de la Universidad Federal de Campina Grande y de la Universidad Estadual de la Paraíba/Brasil. Áreas de Investigación: Microbiología Ambiental; Calidad de aguas superficiales, subterráneas y de cisternas; Ecofisiología de algas, cianobacterias y bacterias en ecosistemas acuáticos. Impactos ambientales en el semi-árido; Saneamiento básico y salud. Consultora de la Financiadora de Estudios y Proyectos/ Ministerio de Ciencia y Tecnología (FINEP-MCT). Consultora *ad hoc* CNPq. Consultora de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Sectma-Paraíba/Brasil). Miembro del Consejo Editorial de la Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Abes – Brasil).

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA – MENÇÃO HONROSA

A equipe responsável pelo trabalho agraciado com Menção Honrosa é composta por estudantes do módulo de estágio do curso de nível médio Técnico em Eletrônica do Centro de Educação Profissional Hélio Augusto de Souza, localizado na cidade de São Paulo no Brasil. Os integrantes da equipe são **Douglas de Sousa Silveira** (21 anos), **Carlos Felipe de Carvalho Júnior** (18 anos) e **Eduardo Vinícius dos Santos** (22 anos).

CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR – MENÇÃO HONROSA

Emerson Leonardo Schmidt Iaskio, brasileiro de 26 anos, Economista, pós-graduando em Sociologia Política e professor substituto da Universidade Federal do Paraná. Trabalhou como pesquisador, formador e bolsista na Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da mesma universidade de 2003 a 2007.

CATEGORIA INTEGRAÇÃO – MENÇÃO HONROSA

Sandra Rosa Fuselli, argentina, Doctora en Ciencias, Área Biología. Profesional Principal de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Universidad Nacional de Mar del Plata. A sido beneficiada con becas nacionales e internacionales y ha publicado a nivel nacional e internacional en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Patologías apícolas.

Susana Beatriz Garcia de la Rosa, argentina, Doctora en Ciencias, Área Biología. Docente investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Registra publicaciones a nivel nacional e internacional en el área de Dinámica de Poblaciones y Patologías apícolas y ha sido favorecida por numerosas becas nacionales.

Martin Javier Eguaras, nacido en Buenos Aires, Argentina, es Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas. Investigador Adjunto del CONICET y Docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Es Director del Grupo de Investigación y Extensión “Acarología y Entomología”. Es

especialista en sanidad apícola, tema en el cual ha publicado trabajos de investigación en revistas de jerarquía internacional. Recientemente ha publicado un libro en coautoría sobre *Estrategias de control de Varroa*.

Rosália Fritz, argentina, Doctora en Bacteriología Clínica e Industrial y docente-investigadora de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Directora del grupo de investigación Bromatología. Profesora de las cátedras de Bromatología y Microbiología de Alimentos. Directora de becarios y doctorandos. Registra publicaciones a nivel nacional e internacional en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Judith Principal, venezolana, Ph.D Oregon State University, USA, 1996, M.A. The University of Kansas, USA 1983, Médica Veterinaria, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” Venezuela, 1976. Actividades de Investigación. Varias publicaciones en revistas indizadas, presentación de ponencias y conferencias en congresos nacionales e internacionales en Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia y México. Actualmente profesora-investigadora de la Facultad de Veterinaria, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Venezuela

Carlos José Barrios Suarez, venezolano, Grados académicos: Doctorando Universidad Central de Venezuela (tesis en proceso) 2007. Médico Veterinario, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Venezuela, 1993. Responsable en Actividades de investigación, varias publicaciones en revistas indizadas, presentación de ponencias y conferencias en congresos nacionales e internacionales.

CATEGORIA INICIAÇÃO CIENTÍFICA – MÉRITO DE PARTICIPAÇÃO

O autor do trabalho agraciado com Mérito de Participação é **Warley Alves Batista** (17 anos), estudante da 3ª série do ensino médio na Escola Estadual Erezinha Antunes Martins, localizado na cidade de Nova Porteirinha (MG) no Brasil.

NOTA SOBRE OS MEMBROS DA COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

PROFESSOR CÉLIO DA CUNHA, PRESIDENTE DA COMISSÃO, UNESCO/BRASIL

Brasileiro com doutorado em Educação pela Unicamp. Mestrado em Educação pela Universidade de Brasília. Foi Superintendente de Desenvolvimento Social e de Ciências Humanas e Sociais do CNPq, Secretário Adjunto de Educação do MEC e Diretor de Políticas Educacionais do MEC/SEF. Professor Adjunto da Faculdade de Educação da UnB. Atualmente é Coordenador Editorial e Assessor de Educação da UNESCO no Brasil. Integra o Conselho Editorial da *Revista Educação Brasileira do Conselho de Reitores de Universidades Brasileiras* (Crub) e o Conselho da Revista *Linhas Críticas* (FE-UnB). Tem artigos e livros publicados.

PROFESSORA ANA PAULA MACEDO SOARES, REPRESENTANTE DA RECyT/BRASIL

Graduada em Sociologia pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Possui mestrado em Administração Pública e Governo pela Fundação Getúlio Vargas. Atualmente é técnica do Instituto de Tecnologia Social, assessorando o Programa Osasco Solidária. Trabalhou na coordenação de projetos sociais na Prefeitura de São Paulo e em instituições de responsabilidade social empresarial. Foi pesquisadora do Programa Gestão Pública e Cidadania da Fundação Getúlio Vargas, participando de processos de seleção de políticas públicas de governos municipais, estaduais ou consórcios regionais.

**PROFESSOR ENRIQUE GRÜNHUT, REPRESENTANTE DA RECyT/
URUGUAI**

Doctorado en Ciencias. Docencia e investigación universitaria como profesor en las Universidades de la República, Uruguay, en la Universidad de Buenos Aires, Argentina y en los EE.UU., en las Universidades de Louisville, Kentucky y Notre Dame, Indiana. Coordinador en Gestión Tecnológica y a cargo de evaluación, seguimiento, asistencia en formulación y negociación de Programas y Proyectos Tecnológicos de Interés Productivo y Social, en el INTI, Argentina. Actualmente dirige el Área de Relaciones y Proyectos Internacionales del Ministerio de Educación y Cultura, Uruguay.

**PROFESSOR RAUL J. ESTEVEZ L., REPRESENTANTE DA RECyT/
VENEZUELA**

Profesor Titular del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Licenciado en Física Teórica, Universidad “Patricio Lumumba”, Moscú, URSS, 1965. Maestría y Doctorado en la Universidad de Stanford, USA, 1975-1977. Asesor del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela en Innovación Desarrollo Tecnológico.

**PROFESSORA IRMA ROSSETO PASSONI, REPRESENTANTE DA RECyT/
BRASIL**

Pedagoga, professora, gerente executiva do Instituto de Tecnologia Social, presidente da Comissão de Ciência e Tecnologia Comunicação e Informática da Câmara Federal, Relatora da Comissão Mista Parlamentar de Inquérito - Causas e Dimensões do Atraso Científico e Tecnológico no Sistema de Ensino Pesquisa e Extensão do Congresso Nacional Brasileiro.

PROFESSOR JAIME JARA, REPRESENTANTE DA RECyT/PARAGUAI

Los últimos cinco años realizó consultoría, docencia e investigación en el área de Gestión de Innovación Tecnológica y del Conocimiento en proyectos de ALADI, GTZ/BMZ/BMBF, UNESCO, Comisión Europea, PNUD, USAID e ITAIPU Binacional. Miembro del Centro de Emprendedorismo e Innovación de la Universidad de Potsdam – Alemania y actualmente Coordinador Técnico del Programa de Desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación del CONACYT de Paraguay, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

PROFESSOR PEDRO LAMBERTI, REPRESENTANTE DA RECyT/ ARGENTINA

Dotorado en Física, Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Córdoba e Investigador Independiente del CONICET, Argentina. Áreas de Investigación: Física Matemática y Mecánica Estadística.