

# Assessment of Centro Ambiental Santa Ana

An Interactive Qualifying Project by:  
Lindsay Deitelbaum, Shi Chian Khor, and  
Victoria Richardson



WPI/IGSD  
100 Institute Road  
Worcester, MA 01609  
U.S.A.

May 1, 2007

Antonio Suarez Garcia  
President SHNPR  
P.O. Box 361036  
San Juan, Puerto Rico 00936-1036

Dear Sr. Suarez,

Enclosed is our report entitled "Assessment of Centro Ambiental Santa Ana". Preliminary work was completed in Worcester, Massachusetts, prior to our arrival in Puerto Rico. Research, data collection, conclusions and recommendations were completed at Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) during the period of March 10 through May 1, 2007. Copies of this report are simultaneously being submitted to Professor Susan Vernon-Gerstenfeld and Professor Arthur Gerstenfeld for evaluation. Upon faculty review, the original copy of this report will be catalogued in Gordon Library at Worcester Polytechnic Institute. We appreciate the time that you and Dr. Wadsworth have devoted to us.

Sincerely,

Lindsay Deitelbaum  
Shi Chian Khor  
Victoria Richardson

WPI/IGSD  
100 Institute Road  
Worcester, MA 01609  
U.S.A.

May 1, 2007

Frank H. Wadsworth  
fwadsworth@hotmail.com

Dear Dr. Wadsworth,

Enclosed is our report entitled "Assessment of Centro Ambiental Santa Ana". Preliminary work was completed in Worcester, Massachusetts, prior to our arrival in Puerto Rico. Research, data collection, conclusions and recommendations were completed at Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) during the period of March 10 through May 1, 2007. Copies of this report are simultaneously being submitted to Professor Susan Vernon-Gerstenfeld and Professor Arthur Gerstenfeld for evaluation. Upon faculty review, the original copy of this report will be catalogued in Gordon Library at Worcester Polytechnic Institute. We appreciate the time that you and Mr. Suarez have devoted to us.

Sincerely,

Lindsay Deitelbaum  
Shi Chian Khor  
Victoria Richardson

Report Submitted to:

Susan Vernon-Gerstenfeld  
Arthur Gerstenfeld

Puerto Rico, Project Center

By

Lindsay Deitelbaum

\_\_\_\_\_

Shi Chian Khor

\_\_\_\_\_

Victoria Richardson

\_\_\_\_\_

In Cooperation With

Sr. Antonio Suarez Garcia, President of the Natural History Society of Puerto Rico  
Dr. Frank H. Wadsworth, Volunteer of the International Institute of Tropical Forestry

---

## **ASSESSMENT OF CENTRO AMBIENTAL SANTA ANA**

April 30, 2007

This project report is submitted in partial fulfillment of the degree requirements of Worcester Polytechnic Institute. The views and opinions expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect the positions or opinions of the Natural History Society of Puerto Rico, Inc or the International Institute of Tropical Forestry or Worcester Polytechnic Institute.

This report is the product of an education program, and is intended to serve as partial documentation for the evaluation of academic achievement. The report should not be constructed as a working document by the reader.



## **EXECUTIVE SUMMARY**

Conservation is rapidly becoming a major topic of concern for densely populated areas such as Puerto Rico. Widespread urbanization is threatening the existence of Puerto Rican plants and animals including many species that are endemic to the island. Because these species will not be found elsewhere in the world, it is critical that their habitats are preserved. The most effective method of saving and protecting the environment is by motivating the public to appreciate local, natural sites to help prevent their destruction.

Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) is an environmental center located in Bayamón, Puerto Rico. It is situated on fifty acres of secondary forest surrounded by a well developed industrial zone. An observation tower on top of Monte Santa Ana provides a clear view of the San Juan metropolitan area emphasizing the striking differences between urbanization and conservation.

The Center has developed an education program designed to educate school children about nature topics central to Puerto Rico. The major themes include: ecology, wildlife conservation, environmental science, contamination, weather, geology, astronomy, and recycling. Two naturalists guide the students through trails and interpret what they see in a manner that is appropriate for different age groups.

To ensure the effectiveness of the education program, the International Institute of Tropical Forestry (IITF) and the Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR) enlisted the help of our Worcester Polytechnic Institute group to assess the program and

make recommendations for improvement. Our objectives from the IITF and the NHSPR were to:

- Assess the Center's education program
- Assess the facilities at C.A.S.A.
- Make recommendations to improve the Center

We began researching the background for our project seven weeks prior to arriving in Puerto Rico. Our background research included six main topics: conservation, conversion, urbanization, nature reserves, environmental education and informal education. Of these, the two that proved most useful were environmental education and informal education. The education program at the Center practices informal learning techniques which made this theme increasingly important as the project developed. The program also follows a curriculum which contains themes that the naturalists cover with the students. Because there is some structure in the program, the learning that takes place at the Center is called intentional informal learning.

To perform the comprehensive assessment of the education program we used surveys, tests and evaluations to collect data from the students and teachers. The surveys consisted of two sets of questions that gauged the students' interest before visiting the Center and after walking through the trails. The tests consisted of two identical sets of questions. The pre-test was administered before students visited the Center and the post-test was administered after they walked with the naturalists. The tests measured how much the students learned from the education program. The evaluations consisted of open-ended questions. Students answered questions about their likes and dislikes regarding the Center and the importance of learning about the environment. Teachers

answered questions about their impression of the Center, if material covered during the hike could supplement their curriculums, and if they would return.

The results from the pre- and post-surveys indicated that the students were interested about visiting the Center and enjoyed learning from the naturalists. All of the students' responses showed a high interest level for both sets of questions. This shows that the program has instilled curiosity in the students and is moving towards fulfilling its goals of continued conservation education.

The results from the pre- and post-tests confirm that the students who visit the Center are learning from the education program. The average of correct post-test questions was almost double the average of the pre-test. The reliability of our results was confirmed with statistical analysis. The difference between the results of the two tests was statistically significant and could not have occurred by chance.

The responses from the student evaluations provided helpful feedback for the naturalists in addition to qualitative data for our assessment. We discovered that students' favorite part of the hike was seeing snakes close-up and walking into the cave. The majority of students felt they could hear and understand everything the naturalists were saying. The question regarding the importance of the material that the students learned provided the most significant answers. The students responded by expressing the need to care for nature and the environment.

By examining the results of our tests we have concluded that the education program at the Center is having a positive effect on the students who visit. They are learning from the naturalists, which can be seen through the results of the pre- and post-tests. Additionally, the students show an interest in nature and the environmental

material that they are taught. The program is instilling curiosity in the students which will hopefully lead to a continued appreciation for nature. This appreciation will teach the public to give nature the respect it needs -- a long term goal toward which the Center can continue to strive.

We made several recommendations to the Center to help improve the program and facilities. The recommendations included documents for organization and management plans, activities to attract more visitors, and fundraising ideas to help keep the Center open.

Our first recommendation was for a permanent display of exhibits. Permanent exhibits would be useful on days with inclement weather. Instead of canceling a hike because of wet trails, naturalists could present information indoors, using exhibits as learning tools. The naturalists could use the exhibits to end the walk and review the main topics. Our group helped build temporary exhibits to brainstorm ideas for permanent displays. We experimented with static, interactive and dynamic exhibits.

Our next recommendation was for an interpretive guide accompanied by a GPS map. The Center needs a more detailed map with accurate trails. Points of interest could be plotted and labeled along the trails and would correspond to a page in an interpretive guide. We compiled pictures, fun facts, and general information about plants and animals found at the Center into a document formatted for a guide booklet. Plotting for the GPS map was not completed because we did not have the time and equipment.

We created several documents for organization and management plans. We developed a safety sheet outlining safety procedures and contact personnel. We began a species list of the known flora and fauna. This list should be expanded and developed

into a management plan. Also, a protection plan for plants and animals at the Center could be created from the species list.

We have developed several fundraising ideas to help the Center find more ways to collect money. There is currently not enough funding to complete the projects that have been proposed. Since the Center does not have a stable income, it relies greatly on government and private grants. We have suggested a number of fundraising ideas including a donation system, a website, a sponsorship program and a gift shop. These could provide a more reliable income for the Center. With proper funding, the Center can expand its facilities to improve the program.

We assessed the program and facilities at the Center and found the education program to be successful. The biggest concern for the Center at this point is to raise enough money to continue with the proposed projects. Centro Ambiental Santa Ana possesses a great opportunity to educate current and future generations. With the current program and our recommendations it has the potential to set the standard for environmental centers in Puerto Rico.

## **ABSTRACT**

This project is sponsored by the International Institute of Tropical Forestry (IITF) in order to evaluate the effectiveness of the programs offered at Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) in San Juan, Puerto Rico. The goal of this project was to collect data on the educational programs at C.A.S.A. by performing a comprehensive assessment through, individual interviews, pre- and post-tests, pre- and post-surveys, student evaluations and teacher evaluations. The qualitative and quantitative data was used to recommend a standard education program that can be set as the basis for C.A.S.A. This outcome should fulfill the mission statement and vision of the Center.

## AUTHORSHIP PAGE

<b>Chapter/Section</b>	<b>Primary Writer(s)</b>	<b>Primary Editor(s)</b>
Executive Summary	Lindsay Deitelbaum Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter One: Introduction	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter Two: Background		
Conservation of the Environment	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Tropical Forest Conversion	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
History of Land Usage in Puerto Rico	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Nature Reserve	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
About C.A.S.A.	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Environmental Education	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Informal Education	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter Three: Methodology	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter Four: Results and Analysis	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter Five: Conclusions	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Chapter Six: Recommendations		

GPS Maps	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Interpretive Guide	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Exhibits	Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Fundraisers and Promotion Ideas	Lindsay Deitelbaum Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Website	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Gift Shop	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
C.A.S.A. logo	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Management	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix A: The Natural History Society of Puerto Rico, Inc.	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix B: Centro Ambiental Santa Ana Official Document	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix C: International Institute of Tropical Forestry	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix D: Puerto Rican Science Curriculum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix E: Natural History of Santa Ana Document		
Appendix F: Creating a Curriculum	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix G: Cost Benefit Analysis	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix H: Topographical Map of Julio Enrique Monagas Park	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson



Appendix I: Initial Pre- and Post-Test	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix J: Pre-Survey and Pre-Test	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix K: Post-Survey and Post-Test	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix L: Pre- and Post-Test Answer Key	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix M: Student Evaluation	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix N: Teacher Evaluation	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix O: Pre- and Post-Survey Data	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix P: Pre- and Post-Test Data	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix Q: Exhibits	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix R: Black and White Version of Brochure	Shi Chian Khor	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix S: Management and Research	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix T: Management Plan	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix U: Boy Scouts of America: Puerto Rico Council	Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
Appendix V: Interpretive Guide	Lindsay Deitelbaum Victoria Richardson	Lindsay Deitelbaum Victoria Richardson
Glossary	Lindsay Deitelbaum	Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson
References		Lindsay Deitelbaum Shi Chian Khor Victoria Richardson

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

Our team would like to thank our liaisons, Dr. Frank Wadsworth and Mr. Antonio Suarez Garcia, who consistently helped us with our research on this project. Dr. Wadsworth's dream to educate and promote awareness about the environment in Puerto Rico has made our project possible.

Additional thanks go to Professor Susan Vernon-Gerstenfeld and Professor Arthur Gerstenfeld for their guidance on this project. Their comments, suggestions, and support throughout the entire project have been greatly appreciated.

Special thanks go to Nelson Díaz and Miguel Santiago for providing us with the unique opportunity of being able to work with them at C.A.S.A on a daily basis. Their efforts to accommodate our needs enabled us to complete the assessment of the Center.

We would like to extend our final thanks to the teachers and students who participated in our study. Their comments, suggestions, and evaluations were an invaluable part of our project.

## TABLE OF CONTENTS

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>X</b>
<b>AUTHORSHIP PAGE .....</b>	<b>XI</b>
<b>ACKNOWLEDGEMENTS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>TABLE OF CONTENTS.....</b>	<b>XV</b>
<b>TABLES.....</b>	<b>XVII</b>
<b>FIGURES.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>FIGURES.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CHAPTER I: INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPTER II: BACKGROUND INFORMATION .....</b>	<b>4</b>
CONSERVATION OF THE ENVIRONMENT .....	4
TROPICAL FOREST CONVERSION.....	5
HISTORY OF LAND USAGE IN PUERTO RICO .....	6
<i>Urbanization and Housing Developments</i> .....	7
NATURE RESERVE.....	8
ABOUT C.A.S.A. ....	10
ENVIRONMENTAL EDUCATION .....	12
INFORMAL EDUCATION.....	13
<b>CHAPTER III: METHODOLOGY .....</b>	<b>15</b>
PRE- AND POST- TESTS.....	16
PRE- AND POST-SURVEYS .....	17
STUDENT EVALUATIONS .....	17
TEACHER EVALUATIONS .....	18
INDIVIDUAL INTERVIEWS.....	18
<b>CHAPTER IV: RESULTS AND ANALYSIS.....</b>	<b>20</b>
STUDENT GROUP ONE AND STUDENT GROUP TWO: SURVEY RESULTS.....	20
PRE- AND POST-TEST RESULTS.....	22
<i>Student Group One: Pre- and Post-Test Results</i> .....	23
<i>Student Group Two: Pre- and Post-Test Results</i> .....	28
<i>Student Group One and Two: Pre- and Post-Test Results</i> .....	32
TEST FOR STATISTICAL SIGNIFICANCE: T-TEST .....	33
STUDENT EVALUATIONS .....	34
TEACHER EVALUATIONS .....	36
<b>CHAPTER V: CONCLUSIONS.....</b>	<b>37</b>
<b>CHAPTER VI: RECOMMENDATIONS.....</b>	<b>38</b>
GPS MAPS .....	38
INTERPRETIVE GUIDE .....	39
EXHIBITS.....	39
FUNDRAISERS AND PROMOTION IDEAS.....	39
WEBSITE .....	40
GIFT SHOP.....	42
C.A.S.A. LOGO .....	42
MANAGEMENT.....	44
<b>APPENDIX A: THE NATURAL HISTORY SOCIETY OF PUERTO RICO, INC. ....</b>	<b>45</b>
LETTER OF SPONSORSHIP .....	46
<b>APPENDIX B: CENTRO AMBIENTAL SANTA ANA OFFICIAL DOCUMENT.....</b>	<b>47</b>
CENTRO AMBIENTAL SANTA ANA .....	61
(SANTA ANA ENVIRONMENTAL CENTER, C.A.S.A.).....	61
<b>APPENDIX C: INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY .....</b>	<b>62</b>
<b>APPENDIX D: PUERTO RICAN SCIENCE CURRICULUM.....</b>	<b>63</b>

PUERTO RICAN SCIENCE CURRICULUM: KINDERGARTEN TO SIXTH GRADE.....	64
<b>APPENDIX E: NATURAL HISTORY OF SANTA ANA.....</b>	<b>81</b>
LA HISTORIA DE SANTA ANA.....	81
EL CLIMA DE SANTA ANA.....	82
LA GEOLOGÍA DE SANTA ANA.....	87
LOS SUELOS DE SANTA ANA.....	93
EL AGUA DE SANTA ANA.....	97
LOS BOSQUES DE SANTA ANA.....	101
LAS AVES DE SANTA ANA.....	107
LOS ANFIBIOS Y REPTILES DE SANTA ANA.....	111
Ver ilustración – Culebrón.....	112
LOS INSECTOS Y ARTRÓPODOS DE SANTA ANA.....	116
LOS ECOSISTEMAS DE SANTA ANA.....	121
LA ARQUEOLOGIA DE SANTA ANA.....	125
LA CONSERVACION DE SANTA ANA.....	125
<b>APPENDIX F: CREATING A CURRICULUM.....</b>	<b>129</b>
<b>APPENDIX G: COST BENEFIT ANALYSIS SUMMARY.....</b>	<b>131</b>
<b>APPENDIX H: TOPOGRAPHICAL MAP OF JULIO ENRIQUE MONAGAS PARK.....</b>	<b>132</b>
JULIO ENRIQUE MONAGAS PARK.....	133
GEOGRAPHIC LOCATION OF SCHOOLS.....	134
<b>APPENDIX I: INITIAL PRE- AND POST-TEST.....</b>	<b>135</b>
INITIAL PRE-AND POST-TEST QUESTIONS.....	136
<b>APPENDIX J: PRE-SURVEY AND PRE-TEST.....</b>	<b>137</b>
PRE-SURVEY AND PRE-TEST QUESTIONS.....	137
PRE-SURVEY AND PRE-TEST FORM.....	139
<b>APPENDIX K: POST-SURVEY AND POST-TEST.....</b>	<b>140</b>
POST-SURVEY AND POST-TEST QUESTIONS.....	140
POST-SURVEY AND POST-TEST FORM.....	142
<b>APPENDIX L: PRE- AND POST-TEST ANSWER KEY.....</b>	<b>143</b>
<b>APPENDIX M: STUDENT EVALUATION.....</b>	<b>144</b>
STUDENT EVALUATION FORM.....	145
<b>APPENDIX N: TEACHER EVALUATION.....</b>	<b>146</b>
TEACHER EVALUATION FORM.....	147
<b>APPENDIX O: PRE- AND POST-SURVEY DATA.....</b>	<b>148</b>
PRE- AND POST-SURVEY RESPONSE – STUDENT GROUP 1.....	148
PRE- AND POST-SURVEY RESPONSE – STUDENT GROUP 2.....	149
<b>APPENDIX P: PRE- AND POST-TEST DATA.....</b>	<b>150</b>
PRE- AND POST-TEST SCORES EXCLUDING QUESTION TWO.....	150
PRE- AND POST-TEST SCORES INCLUDING QUESTION TWO.....	151
PRE- AND POST-TEST QUESTIONS BREAKDOWN – STUDENT GROUP 1 AND 2.....	152
PRE- AND POST-TEST AGGREGATE SCORES – STUDENT GROUP 1 AND 2.....	155
<b>APPENDIX Q: EXHIBITS.....</b>	<b>156</b>
BACKGROUND.....	156
RECOMMENDATION DETAILS.....	157
TEMPORARY EXHIBIT ROOM.....	159
<b>APPENDIX R: BLACK AND WHITE VERSION OF BROCHURE.....</b>	<b>160</b>
<b>APPENDIX S: MANAGEMENT AND RESEARCH.....</b>	<b>163</b>
<b>APPENDIX T: MANAGEMENT PLAN.....</b>	<b>166</b>
<b>APPENDIX U: SAFETY INFORMATION SHEET.....</b>	<b>169</b>
<b>APPENDIX U: BOY SCOUTS OF AMERICA: PUERTO RICO COUNCIL.....</b>	<b>170</b>
NELSON DÍAZ AND MIGUEL SANTIAGO.....	170
<b>APPENDIX V: INTERPRETIVE GUIDE.....</b>	<b>172</b>
<b>GLOSSARY.....</b>	<b>192</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>193</b>

## TABLES

Table 1a: Pre- and Post-Survey Average Results for Student Group One .....	21
Table 1b: Pre- and Post-Survey Response for Student Group One .....	148
Table 2a: Pre- and Post-Survey Average Results for Student Group Two.....	21
Table 2b: Pre- and Post-Survey Response for Student Group Two.....	149
Table 3: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group One.....	24
Table 4: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group One .....	25
Table 5: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group Two.....	29
Table 6: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group Two .....	30
Table 7: Pre- and Post-Test Scores for Student Group One .....	150
Table 8: Pre- and Post-Test Scores for Student Group Two.....	150
Table 9: Pre- and Post-Test Scores for Student Group Two.....	151
Table 10: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group One and Student Group Two .....	152
Table 11: Pre- and Post-Test Aggregate Scores for Student Group One and Student Group Two .....	155
Table 12: t-Test: Paired Two Sample for Means .....	34

## FIGURES

Figure 1: Centro Ambiental Santa Ana Office .....	11
Figure 2: Formal and Informal Learning Chart .....	14
Figure 3: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group 1 .....	26
Figure 4: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 1.....	27
Figure 5: Pre- and Post-Test Question Breakdown Student Group 2 .....	30
Figure 6: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 2.....	31
Figure 7: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group 1 and 2.....	32
Figure 8: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 1 and 2.....	33
Figure 9: Interactive Activity.....	35
Figure 10: C.A.S.A. Sample Logo.....	43

## **CHAPTER I: INTRODUCTION**

The relationship between the environment and society is recognized globally. However, many people do not have a clear understanding of the necessary balance between the two. Due to a lack of understanding of the relationship, an imbalance is evolving. According to the World Wildlife Fund (WWF) (2006), in the past twenty years, an area the size of India (approximately one million square miles) has been converted into urban developments, due to increasing human needs and desires. This trend is expected to continue until environmental education programs are more successful (WWF, 2006).

According to the University of California Museum of Paleontology (UCMP) (2007), human activity has quickly depleted and destroyed many ecological habitats, increasing the need to develop ways to conserve and preserve the world's natural resources. People tend to forget that we share the world with a great number of other life forms and that humans are the main source of the problem when it comes to the destruction of the environment (UCMP, 2007). This damage has significant effects on the unique species of plants, animals and their habitats (UCMP, 2007; WWF, 2006).

Through human influence, changes to biomes can affect the food chains of ecological habitats because vital components for the survival of certain plants and animals are eliminated; consequently, this results in a break in the food chain (Francis & Mastrantonio, 1997). For example, a forest biome houses all three levels of the food chain: producers, consumers, and decomposers (see Glossary). Consequently, an imbalance in any of those components would cause a dramatic change in the survivability of certain species and the extinction of others. Humans have the power to destroy the

balance in the world. People need to assume responsibility for their actions to preserve and conserve what is left of the natural world.

An ideal situation would include complete understanding of the environment and how it is incorporated into human lives. However, at the current state, there is a lack of appreciation for nature and an unawareness of the life cycles in which we are all involved (i.e. food chain, water cycle, and respiration/photosynthesis). Therefore, there is a growing need to educate future generations about the environment.

There is an endless need to educate people about conservation of resources, especially on Caribbean islands. It is important to understand the value of land and how to preserve it. Because of an island's size limitation, it is easy to overdevelop and use up natural resources. With a total area of 8,870 square kilometers and a current population of approximately four million, Puerto Rico is one of the most densely populated areas of the world (CIA, 2007). Due to an increasing population, conversion of forests into other land uses, such as urbanization, provides economic benefits as well as increased opportunities for more housing developments (Helmer, 2004; WWF, 2006). However, changes to the landscape have had a profound effect on the supply of natural resources.

Although the Puerto Rican archipelago is richly biodiverse (see Glossary), there are twenty nine animal species and forty nine plant species that are protected by the Endangered Species Act in Puerto Rico and the US Virgin Islands (Martinuzzi, 2005; US Fish and Wildlife Services, 2001). Fragmentation of tropical forests ruins the habitats of indigenous plants and animals to the extent that certain species are nearing extinction, as in the cases of the Puerto Rican parrot and the Golden Coquí (Francis & Mastrantonio, 1997; Turner, 1996). The realization that certain species may no longer exist has led to



efforts to conserve the natural ecology of tropical forests in Puerto Rico (Lugo, 1994). Large scale efforts and human involvement are necessary to build the foundation for environmental protection.

Educational programs are being created at the Santa Ana Environmental Center (Centro Ambiental Santa Ana, C.A.S.A.) to enhance awareness of the island. The Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR) wants school children to be educated about conservation in order to deter urban sprawl (NHSPR, 2007). To ensure a successful program, the NHSPR required a comprehensive assessment of the educational integration of environmental science and use of resources. We gathered and analyzed this information through a series of tests, interviews and surveys.

This project aimed to collect information from an on-site assessment to determine the efficiency and success of the education program at C.A.S.A. By analyzing the results, we recommended standards that can be set as the basis for the reserve. These standards will provide a starting point for sustainable development in Puerto Rico, according to C.A.S.A.'s mission statement.

## **CHAPTER II: BACKGROUND INFORMATION**

In order to assess the effectiveness of the educational program and the management of the Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A), it is important to understand the reasons why the Center was created. The background includes the reasons for conserving the environment, how tropical forest conversion to other land uses affects the island of Puerto Rico and what the Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR) seeks to gain from the creation of C.A.S.A.

We researched the varying methods of formal and informal education and how each is practiced. From this information we evaluated the educational value instilled by C.A.S.A.

### **CONSERVATION OF THE ENVIRONMENT**

Why is it that we care so much about conservation of the environment? The continuous harm that humans have imposed on the environment has been depleting the Earth's natural resources. However, that is not the only problem. Human activity in areas such as tropical forests has led to increased loss of plant and animal species (Turner, 1996). The preservation of these species is important because a disturbance in the balance of ecological habitats can either render a species extinct or provide opportunities for mass proliferation. Both are very critical concerns; extinction will be the end of a unique species, whereas the increase in the population of a species may not be sustainable within its ecosystem. Therefore, it is very important that human beings are aware of the consequences of their actions. As a result, they will have the ability to make a conscious effort to preserve the natural world.

## **TROPICAL FOREST CONVERSION**

There is extensive evidence that the development of land has destroyed a large portion of the tropical forests around the world and the current trend is predicted to continue for the next twenty five years (Francis & Mastrantonio, 1997; WWF, 2006). Forest conversion is not a new issue; it has existed throughout human history in other more specific forms such as deforestation. The conversion of tropical forests is a process in which forest land is replaced to accommodate other land uses. Some of the reasons for clearing forests are to utilize that area for agriculture, plantations, and housing developments. These groups easily fall into the category of economic development because immediate economic benefits are easily obtainable (Descartes, 1943; WWF, 2006).

Money is one of the primary reasons that forests are converted into agricultural farm land, plantations, and housing developments. According to Francis and Mastrantonio (1997), initial economic benefits of deforestation are substantial when compared to sustainable forestry. This may be because harvested timber can be sold for profit and the cleared land can be converted into an area that could provide a stable income, as suggested by World Wildlife Fund (WWF) (2006). The short-term benefits are appealing; however, the rewards gained from practicing sustainable forestry may prove to be better in the long run, for both the environment and humans (Francis & Mastrantonio, 1997).

## **HISTORY OF LAND USAGE IN PUERTO RICO**

Puerto Rico has a long history of land problems due to its limited size. From the time when the Spanish colonized the island, its tropical forests have gone through significant changes (Roosevelt, 1934). Descartes (1943) states, that in the early 1900s, plantations and agriculture in Puerto Rico were under the management of large corporations. With control of most agricultural land, corporations profited from the sugar industry while supporting Puerto Rico's economy until the early 1940s (Descartes, 1943). Although the sugar industry brought about higher wages, more employment opportunities, and higher incomes, land usage was still wasteful (Descartes, 1943). Under the control of corporations, agricultural land was underutilized and raw materials were not used to their fullest extent.

On May 25, 1940, the United States Supreme Court passed the Land Law, which restricted the amount of land that can be owned by corporations. The Land Law helped in distributing available land, achieving better management of resources. According to the National Agricultural Statistics Service (2006), the number of farms and farm lands steadily decreased during 1950 to 1974, indicating a decrease in the dependence on the agricultural industry. From 1978 to 1998, the number of farms and farm lands remained stable; therefore, fewer tropical forests were being altered for agricultural use (National Agricultural Statistics Service, 2006). This meant that the diminished land, unsuitable for agricultural usage, was left alone, which allowed reforestation to occur on its own for a period of time (Helmer, 2004).

While reforestation was occurring and efforts were being taken to preserve tropical forests on the island, the population of Puerto Rico steadily grew (Lugo, 1994).

## **Urbanization and Housing Developments**

With the increase of the population from the early 1900s, from two million people to approximately four million people, there has been an increased need for housing (CIA, 2007; Roosevelt, 1934). The spread of urbanization has created many problems, which primarily includes the increasing problem that land is very limited on an island and therefore, Puerto Rico's densely populated areas have caused an urban sprawl. The boundaries of the cities in which human populations live are steadily growing to accommodate the increasing number of residents.

Housing developments are an even greater concern than land conversion for agricultural use. The effects of constructing residences are more permanent than the effects of establishing farm lands and thus, reforestation will not be as easily achieved when the need arises (Francis & Mastrantonio, 1994). The problem with converting housing developments back to forest land is that more steps need to be taken in order to establish an area to re-grow plant species. Therefore, Helmer (1994) suggests that the preservation of existing tropical forests as well as the construction of housing developments must be carefully planned in advance.

With careful planning, the effects of urban sprawl can be reduced; however, Helmer (1994) argues that some housing developments only exacerbate the problem. Some housing developments are built relatively close to tropical forests and infringe upon the perimeters of protected and unprotected forests. This trend is caused by factors such as the low cost of developing land and the prospect of increasing profits associated with developing houses close to natural scenery (Helmer, 1994). The trend of developing

lands for housing near forests has caused difficulties in trying to preserve certain tropical forest areas in Puerto Rico.

Currently, the Community Development Block Grant (C.D.B.G.) program is designed to assist communities in providing suitable living environments, as well as recreational and educational facilities (US Department of Housing and Urban Development, 2004). This type of program provides more appealing alternatives to developing near forests, since forests may be poorly affected by human activity (US Department of Housing and Urban Development, 2004). This may not help alleviate the problem of construction near nature scenery, but it illustrates the options available in the development of housing.

### **NATURE RESERVE**

There are many reasons why one may want to protect a certain area of land. Often, people think that the only way of protecting land is to prevent any outside interactions. The point of a nature reserve is to provide controlled interaction with the public. This allows for educating the public while preventing excessive damage to the environment. Reserves are designed to provide a means of sustainable living by incorporating the environment with society.

According to van Schaik and Rijksen (2002), proper management of natural lands can provide many opportunities for economic growth. The authors describe Integrated Conservation and Development Projects (ICDP), which are projects that are designed to improve both the socioeconomic status of the citizens and conserve biodiversity. However, as stated by Andriamihaja and Wright (2002), if the public is not willing to

participate by taking interest in the reserve, the ICDP will fail to meet to the economic needs of the program.

Nature reserves that are under private ownership provide a number of advantages and disadvantages for both the owner and the citizens of the community. Reserves can be developed to provide a stable income, especially when they are privately owned.

Langholz (2002) states that one disadvantage of private reserves is the dependency on tourism to supply a substantial income. This becomes a major setback when the reserve is located in an under developed site. Another disadvantage arises when local citizens in poor communities cannot afford the entrance fee. This prevents the opportunity to experience everything the reserves have to offer. However, according to van Schaik and Rijksen (2002), reserves that are open to people of any financial status allow for continual education.

There is also a large benefit that can be taken into account when defining ownership of a reserve. As discussed by Langholz (2002), a private reserve has economic independence from the government, which is not a possibility for public reserves. Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico (National Parks Company of Puerto Rico, CPNPR) owns the land on which Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A) is located; this land would be considered government property. Because the Puerto Rican government has limited funding, the responsibility of managing C.A.S.A. is left up to the Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR).

## **ABOUT C.A.S.A.**

Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) is the first environmental center in Puerto Rico. It is part of the Julio Enrique Monagas Park in Bayamón, within the metropolitan San Juan area. The park is located in the karst region in the northern part of Puerto Rico and is situated mainly on sedimentary rock.

Until 1998, the Julio Enrique Monagas Park was part of the US military base, Fort Buchanan. Some of the bunkers left behind were converted into offices and storage buildings. C.A.S.A. utilizes two bunkers that were recently renovated to provide places for an office and exhibits (currently in the development stage). On top of the office bunker is a meeting pavilion that can hold up to fifty people. An observation tower located on Monte Santa Ana overlooks the Bayamón industrial area and the San Juan metropolitan area. There are plans to improve the current wetland area to attract migratory birds.

Since 2001, the NHSPR has played a large role in the sponsorship of the Center (see Appendix A). The society has provided assistance and obtained over \$800,000 in government and private funding for the Center and its facilities. The Center was launched in October, 2006 and offers guided nature walks to schools and other groups. The society works in agreement with the Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico (National Parks Company of Puerto Rico, CPNPR) to manage and organize the educational programs at C.A.S.A.





Figure 1: Centro Ambiental Santa Ana Office

C.A.S.A. was created to provide a place where the public can appreciate the ecological beauty of Puerto Rico and experience the natural recovery of a secondary forest. The ecosystem consists of: plants, birds, reptiles, amphibians, and insects. The site includes mogotes, caves, trails and a pond, and covers over 50 acres.

The projected audience for the programs at C.A.S.A. is children. They are the most influential and, as they are the future of the environment, they need to learn about conservation and how it can affect their lives. The educational strategy for C.A.S.A. is to offer accessible education to public and private school children to increase their knowledge and appreciation of nature. Opportunities are offered for observation,

discussion and investigation about many themes including: climate, geology, water, forests, birds, insects, amphibians, reptiles, ecosystems, and archeology.

Educational programs at C.A.S.A were developed to address key issues according to grade level; starting from kindergarten all the way to twelfth grade. Those programs not only provide a means to learn outside of the classroom but also satisfy education requirements set forth by the science curriculum in Puerto Rico (see Appendix B).

### **ENVIRONMENTAL EDUCATION**

Education is, as stated by Merriam-Webster (2007), “the knowledge and development resulting from an educational process.” This development is an integral step in the formation of how people think and act. Educating the population about the environment is crucial for the future of the planet since natural resources are being depleted at an alarming rate. According to Carter and Vymetal-Taylor (2000), environmental education must be based on the confidence that humans can live alongside nature and that people will take the initiative to preserve this balance.

The need for proper environmental education begins at the primary level, according to Hudson (2001). Hudson states that environmental education must be taken seriously in order for future generations to be able to enjoy all of the advantages of nature. When children are aware of how a healthy environment positively influences the quality of life, they become the driving force in the effort to protect the environment. According to Baker (1973), the public attitude towards the environment does not portray the positive image that is needed to convince children that nature has a huge impact on the way we live. Hudson (2001) agrees that we, as a society, must take environmental education

seriously if we want future generations to be able to appreciate all that the natural surroundings have to offer.

It is common sense that every member of the population should be able to critically analyze environmental issues. According to Arvai, Baird, Campbell, and Rivers (2004), proper education should consist of a combination of a strong technical background as well as problem-solving skills. Simply teaching the science curriculum is not enough unless the students are taught how to apply the subjects that they are learning. The authors believe that students must also learn how to make decisions that will have an effect on the subject area about which they are learning. As mentioned by Palmer (1998), in order for environmental education to be effective, it must be a truly cross-curricular subject. This is difficult to implement since it is thought of as solely a science subject matter.

### **INFORMAL EDUCATION**

According to Falk and Dierkings's Contextual Model of Learning, free-choice or informal learning, such as visiting a museum, spending an afternoon at an after school Center or reading a book, relies on three factors to be successful: personal context, sociocultural context, and physical context. This suggests that children who desire to learn and choose to learn with their peers in a stimulating, yet non-threatening environment will benefit most from informal education. The Institution for Learning Innovation (ILI) says that these students who are naturally motivated to learn will continue to learn in appropriate environments; however, if the environments do not

provide the stimulation the child is accustomed to receiving, they may lose some motivation to learn.

Judy Diamond (1999) describes informal learning as learning that takes place outside of the classroom without a curriculum. Although C.A.S.A practices informal learning techniques, the education program also incorporates some formal learning by preparing topic specific learning guides (see Appendix B). These guides provide a list of questions the students should be able to answer by the end of their trip. Marcia Conner (2004) further defines informal learning as intentional or unexpected. Figure 1 provides examples of activities in each of the four categories. Intentional informal learning may include reading, coaching, or mentoring. Based on research from Falk, Dierking, Diamond, and Conner, Santa Ana's program is best described as intentional informal learning.

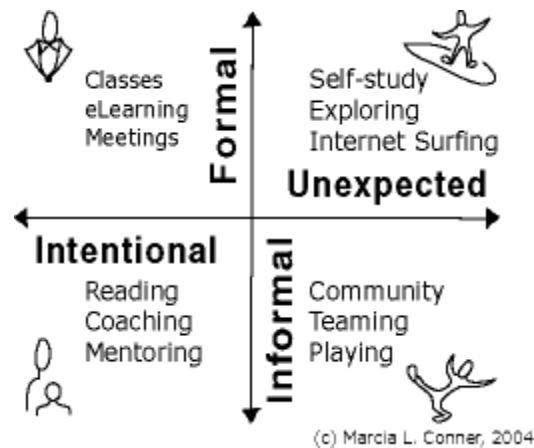


Figure 2: Formal and Informal Learning Chart

Source: Conner, Marcia (2005). Informal Learning. Retrieved February 6, 2007, from

Ageless Learner Web site: <http://agelesslearner.com/intros/informal.html>

### **CHAPTER III: METHODOLOGY**

The Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR) wanted to measure the effectiveness of the educational programs offered at the Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.). We carried out a comprehensive assessment to address the following questions:

- Does C.A.S.A.'s education program complement the Puerto Rican school curriculum?
- What do the teachers hope to gain from the Center?
- What are the students learning about conservation?
- Does the program instill curiosity in the visitors?
- Is the site conducive to learning?

We used the following methodologies to complete the assessment:

- Pre- and post-tests (see Appendix J and K)
- Pre- and post-surveys (see Appendix J and K)
- Student evaluations (see Appendix M)
- Teacher evaluations (see Appendix N)
- Individual interviews

We performed these methods of assessment at C.A.S.A. We directed the questions toward teachers and students who made reservations to visit C.A.S.A. and were visiting for the first time. A total of fifty six students participated in our study along with two teachers. Since the majority of visits to the Center were from elementary level school groups, we focused on kindergarten through sixth grade (see Appendix D). (Note:

All of the original tests, surveys and evaluations were in Spanish (see Appendix J, K, M, and N). For this part of the document we translated all the questions to English.)

### **PRE- AND POST- TESTS**

The goal of the pre- and post-test was to obtain measurable results to determine whether the students learned through the education program at C.A.S.A. First, we administered the pre-test to all of the students in each group before they went on the nature walk through the trails at C.A.S.A. (see Appendix J). After the students completed their nature walk, we administered the post-test (see Appendix K), which contained the same questions as the pre-test.

Due to the limited number of student groups visiting C.A.S.A., we created one set of questions for all grade levels (kindergarten to sixth grade). Since many of the student groups reserved their visits under short notice, we were unable to determine how many groups would visit C.A.S.A. or their grade level. Therefore, creating different sets of questions for each grade level was not feasible.

The pre- and post-test consisted of seven multiple choice questions worth a total of nine points. We created the questions to complement the educational material interpreted by the naturalists at C.A.S.A. The differences in scores between pre- and post- tests represented how much the students learned. A higher average post-test score (higher number of correct answers) indicated that the students learned through the education program at C.A.S.A.

## **PRE- AND POST-SURVEYS**

The goal of the surveys was to collect statistical data to gauge the excitement level of the students before and after the nature walk at Centro Ambiental Santa Ana (C.A.S.A.). The students answered individual questions on a scale of one (not interested) through four (very interested). We developed two sets of questions. We administered the pre-survey along with the pre-test (see Appendix J) and the post- survey along with the post-test (see Appendix K).

The pre-survey measured the general excitement of the children before the walk by asking the students the following questions:

- Are you excited to visit Centro Ambiental Santa Ana (C.A.S.A.)?
- Would you like to hear about the birds?
- Would you like to learn about the trees?

The post-survey was similar to the pre-survey, but it measured the students' excitement level after the walk. The post- survey included the following questions:

- Would you like to return?
- Did you enjoy listening to the birds?
- Did you enjoy learning about the trees?

The students' responses allowed us to measure levels of excitement and curiosity.

## **STUDENT EVALUATIONS**

The student evaluation (see Appendix M) was another method for us to obtain qualitative data from the students. The instructions for this set of questions allowed the students to draw and write their answers. This method was useful in obtaining data from

students who could not express their opinions in writing and was also a fun way for them to end the nature walk. The questions in the student evaluation were as follows:

- What was the most interesting part of the nature walk?
- Why is what you learned on the nature walk important?
- How would you describe the naturalists' teaching methods?
- Briefly describe your experience.

### **TEACHER EVALUATIONS**

The teacher evaluation (see Appendix N) was a method for us to inform the teachers of questions that we wanted to ask them during the individual interviews. It allowed the two teachers to think critically about the nature walk and write about their experience during and after their visit to C.A.S.A.

The evaluation questions included the following:

- The teachers' expectations from C.A.S.A.
- The correlation between the education program at C.A.S.A. and at the school
- Their observation of the children's enjoyment
- Their opinion on the abilities of the naturalists

### **INDIVIDUAL INTERVIEWS**

We used individual interviews to assess the educational value of the program at C.A.S.A. These interviews with the teachers had a semi-standardized structure (see Glossary) (Berg, 2007). This type of interview allowed us to stay in context and cover the necessary topics, while accommodating the interviewee.



The goal of the interviews was to determine what the teachers thought about the program at C.A.S.A. These interviews evaluated whether or not the program corresponded with the teacher's curriculum covered in the classroom. The results from these interviews helped us to adjust the level of the content in the program to better fit the needs and abilities of certain grade levels. The teacher's answers allowed us to assess the program and pinpoint areas that need the most focus.

The interview questions focused on the same questions as the teacher evaluation.

## **CHAPTER IV: RESULTS AND ANALYSIS**

### **STUDENT GROUP ONE AND STUDENT GROUP TWO: SURVEY RESULTS**

The written survey consisted of two sets of three questions. The questions for the pre-survey included the following:

1. Are you excited about visiting C.A.S.A.?
2. Would you like to learn the sounds of the birds?
3. Would you like to learn to identify trees?

The questions for the post-survey included the following:

1. Would you like to return?
2. Did you like learning the sounds of the birds?
3. Did you like learning to identify trees?

The first group of students that came to Centro Ambiental Santa Ana (C.A.S.A.) had twenty six second graders from Bayamón. The Center expects one adult to chaperone every ten students. However, this group had approximately fifteen parents acting as chaperones, resulting in approximately two students per adult. With such a large number of chaperones, the students seemed to be distracted with all the extra background noise and attention from their parents. The responses from student group one were recorded and tabulated in Table 1b (see Appendix O). The averages of the data from Group 1 are shown below.

Table 1a shows that the students' interest levels were always above average, however in Question 2 the response level decreased. This could be due to a real lack of

interest in birds for the students. It could also be attributed to the noise level of the parents and the students' inability to hear the sounds that were being addressed.

Table 1a: Pre- and Post-Survey Average Results for Student Group One  
Pre- and Post-Survey Average Results

	Question 1	Question 2	Question 3
Pre-	3.81	4.00	3.65
Post-	3.85	3.88	3.77

The second student group to visit C.A.S.A. was thirty students from Bayamón. This group was a mix of second, third and fourth grade students. The responses for the second student group were recorded and tabulated in Table 2b (see Appendix O). The averages of the data from Group 2 are shown below.

Table 2a: Pre- and Post-Survey Average Results for Student Group Two  
Pre- and Post-Survey Average Results

	Question 1	Question 2	Question 3
Pre-	3.67	3.93	3.90
Post-	3.90	4.00	4.00

The purpose of these surveys was to gauge the students' curiosity levels before and after the walk at C.A.S.A. The averages were used to examine the overall interest level of the students.

In both groups, the pre- and post-survey averages were above 3.5, which fall between interested and very interested. The data indicated that the students did not show a diminishing interest after their visit to C.A.S.A. The constant level of interest of the students proves that the naturalists' method of teaching is appropriate for the elementary level.

### **PRE- AND POST-TEST RESULTS**

The purpose of the pre- and post-test was to assess the effectiveness of the education program at C.A.S.A. The seven questions were identical for the pre- and post-test and included the following:

1. What is the name of the tree in this image?
2. Which bird's song sounds as if it is giving kisses?
3. The most abundant type of rock at Santa Ana is sedimentary.
4. How many endemic bird species are there in Puerto Rico?
5. Snails are:
6. What is the importance of trees in urban areas?
7. What type of birds are the carpintero and the comeñame?

In our pre- and post-test, a correct answer was awarded one point, and no points were awarded for an incorrect answer for the following questions: one, three, four, five and seven. The data for question two was omitted from the first student group because

this question proved to be too difficult to administer since it required the use of a voice recorder (see Appendix I). In all subsequent tests, we replaced the question with a multiple choice question that did not require a voice recorder but retained the same subject-specific concept (see Appendix J). Question six was scored differently because there were three possible correct answers. If all three were selected then three points were awarded, if two were selected then two points were awarded, if one was selected then one point was awarded, and if none of the choices were marked then no points were awarded.

### **Student Group One: Pre- and Post-Test Results**

The first group of students had a large number of parents serving as chaperones. We had some concern that the parents may try and help their children with the tests. From the data in Table 3, we calculated the average score for each question which equated to a percentage of how many students got each question correct. The question breakdown averages can be found in Table 4.

Table 3: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group One

Subject	Question 1		Question 2 <sup>1</sup>		Question 3		Question 4		Question 5		Question 6 <sup>2</sup>		Question 7	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	-	-	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1
6	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	1	1
7	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
8	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
9	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
10	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	3	0	1
11	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	3	0	1
12	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	2	3	0	1
13	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	2	3	0	1
14	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1
15	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1
16	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	3	0	1
17	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	3	0	1
18	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	1
19	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	0
20	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	0
21	0	1	-	-	0	0	0	1	0	0	3	3	0	0
22	0	1	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
23	0	1	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
24	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
25	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
26	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0

<sup>1</sup> Data for question 2 was omitted because this question was too difficult for the subjects to answer. This question was replaced with an easier question for subsequent tests.

<sup>2</sup> Question 6 allowed the possibility of scoring up to 3 points. The scale ranged from 0 points (incorrect answer) to 3 points (all 3 answers correct).

Table 4: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group One

	Question 1		Question 2		Question 3		Question 4		Question 5		Question 6		Question 7	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Average	0.38	0.88	-	-	0.5	0.77	0.19	0.81	0.15	0.58	1.92	2.5	0.23	0.69
Percent	38%	88%	-	-	50%	77%	19%	81%	15%	58%	64%	83%	23%	69%

*Note.* This set of data consisted of 26 students

A graphical representation of the results from Table 4 is shown in Figure 2. The x-axis corresponds to the question number of the pre- and post-test and the y-axis corresponds to the percentage of students who answered that question correctly. The change in percentage between the pre- and post-test indicates how well the student group performed for each individual question. From Figure 2, it is evident that many more students got each question correct in the post-test, represented by the purple bars, than in the pre-test, represented by the orange bars.

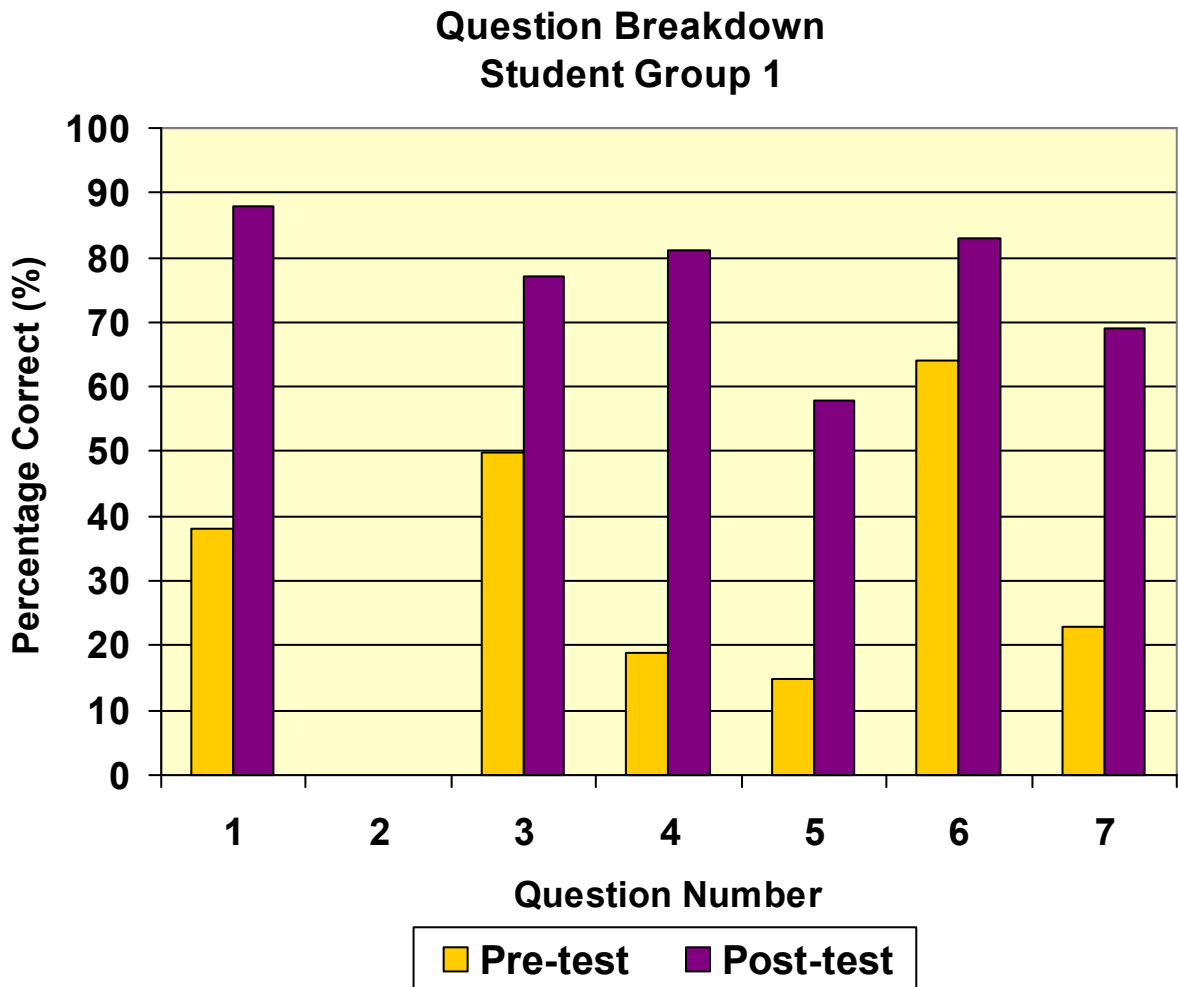


Figure 3: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group 1

In Figure 3, the chart relates the number of students and their scores on the pre- and post-tests. The maximum score a student could obtain was eight points (for Group 1 only). The pre-test scores, represented by the yellow bars, ranged from two to six correct answers. The majority of students answered three or four questions correctly. In the post-test, represented by the blue bars, the average shifted right to higher test scores. The majority of the students answered seven or eight questions correctly.



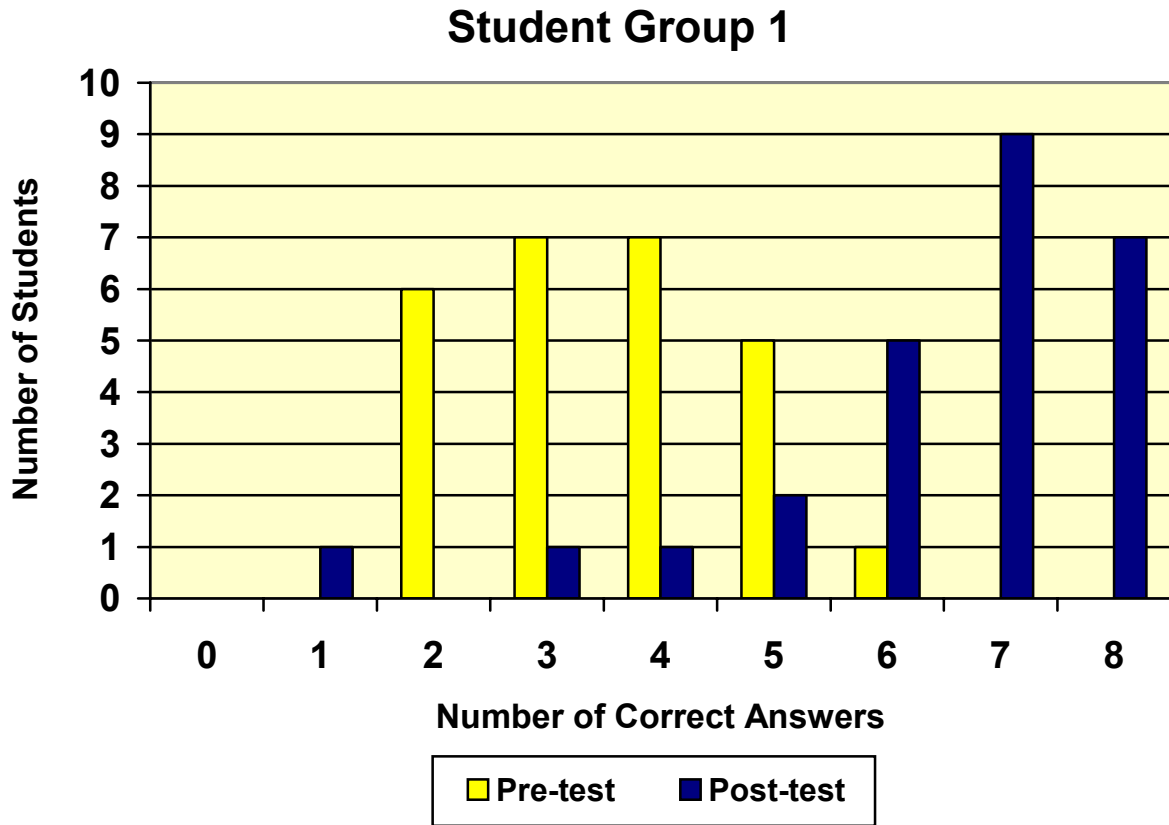


Figure 4: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 1

The average for both the pre- and post-tests was calculated and was found to be 3.54 and 6.42, respectively. The values were calculated from the pre- and post-test results found in Table 3. These results indicate that the students scored 1.81 times greater on the post-test than on the pre-test. The findings for the first student group suggest that the students learned through the education program at C.A.S.A.

## **Student Group Two: Pre- and Post-Test Results**

The pre- and post-test for the second student group consisted of thirty students and the results for this group is very similar to student group one. With this group of students, question two was replaced by a question that did not require the use of a voice recorder, which resulted in more reliable responses. Therefore, the data for question two was not omitted. The students' scores for each particular question were recorded in Table 5. The raw data was then used to calculate the average score for each question, as well as the percentage of how many students got each question correct. These averages can be found in Table 6.

Figure 4 shows the question breakdown for Group 2. A greater number of students scored higher in the post-test, represented by purple bars, than in the pre-test, represented by orange bars, for each individual question. Figure 5 shows the number of students and their scores for the pre- and post-tests. The maximum score students could obtain was nine points. The pre-test values, represented by the yellow bars, show that the majority of students answered two or three questions correctly. The post-test results, represented by the blue bars, show that students scored higher than on the pre-test. The majority of the students answered seven or eight questions correctly. The increase in the number of correct answers is apparent by the average shift to the right.

Table 5: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group Two

Subject	Question 1		Question 2 <sup>3</sup>		Question 3		Question 4		Question 5		Question 6		Question 7	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	1
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
3	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0
4	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
6	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	2	2	0	1
7	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1
8	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1
9	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0
10	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1
11	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	3	0	1
12	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	3	2	0	1
13	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	3	0	0	0
14	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	3	0	0	0
16	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0
17	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	3	1	0	1
18	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	3	1	0	0
19	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0
20	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
21	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0
22	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	3	0	1
23	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0
24	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
25	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
26	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
27	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	2	0	0
28	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
29	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
30	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0

<sup>3</sup> The data for question 2 was not excluded in this student group because we used a new test question.

Table 6: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group Two

	Question 1		Question 2		Question 3		Question 4		Question 5		Question 6		Question 7	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Average	0.23	0.83	0.20	0.77	0.40	0.80	0.10	0.73	0.30	0.43	1.40	1.47	0.17	0.53
Percent	23%	83%	20%	77%	40%	80%	10%	73%	30%	43%	47%	49%	17%	53%

*Note.* This set of data consisted of 30 students

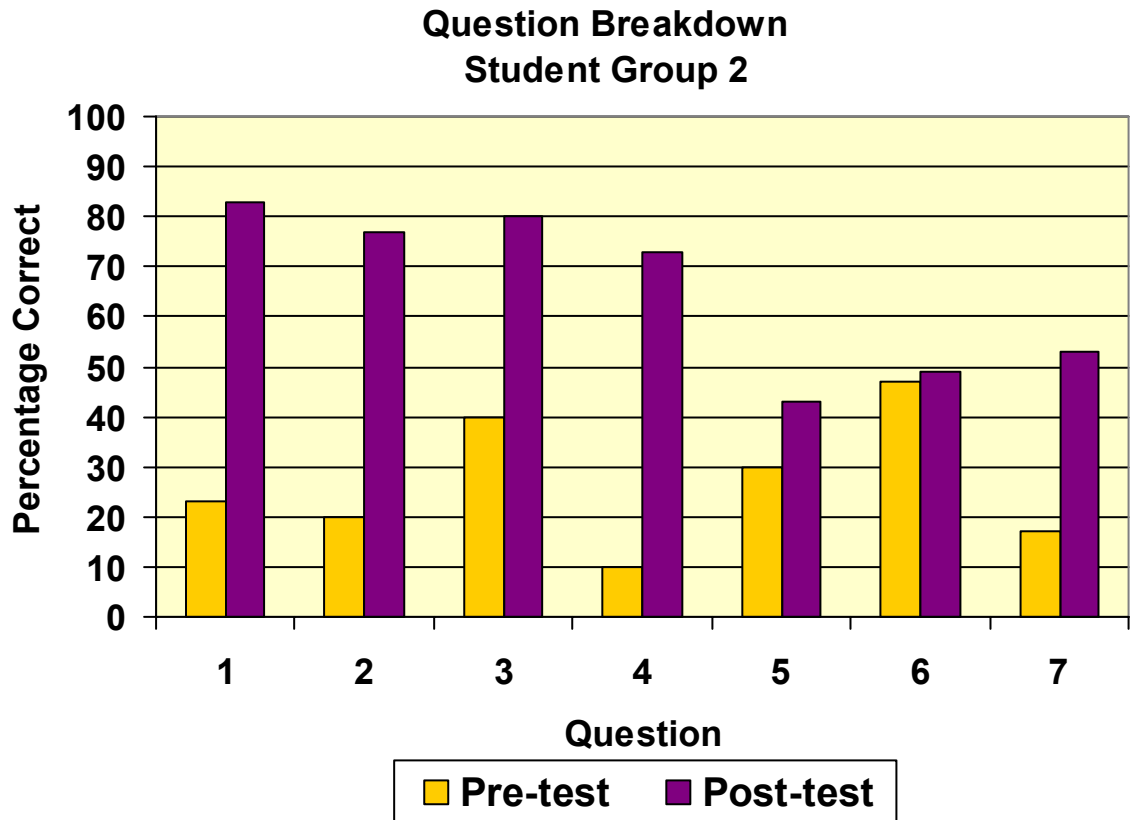


Figure 5: Pre- and Post-Test Question Breakdown Student Group 2

The averages for the pre- and post-test were calculated and were found to be 2.80 and 5.60, respectively (values calculated from the pre- and post-test results in Table 7). These results indicate that the students scored exactly twice as many correct answers on the post-test than on the pre-test. Again, these findings coincide with the results of student group one and illustrate that the students learned through the education program at C.A.S.A

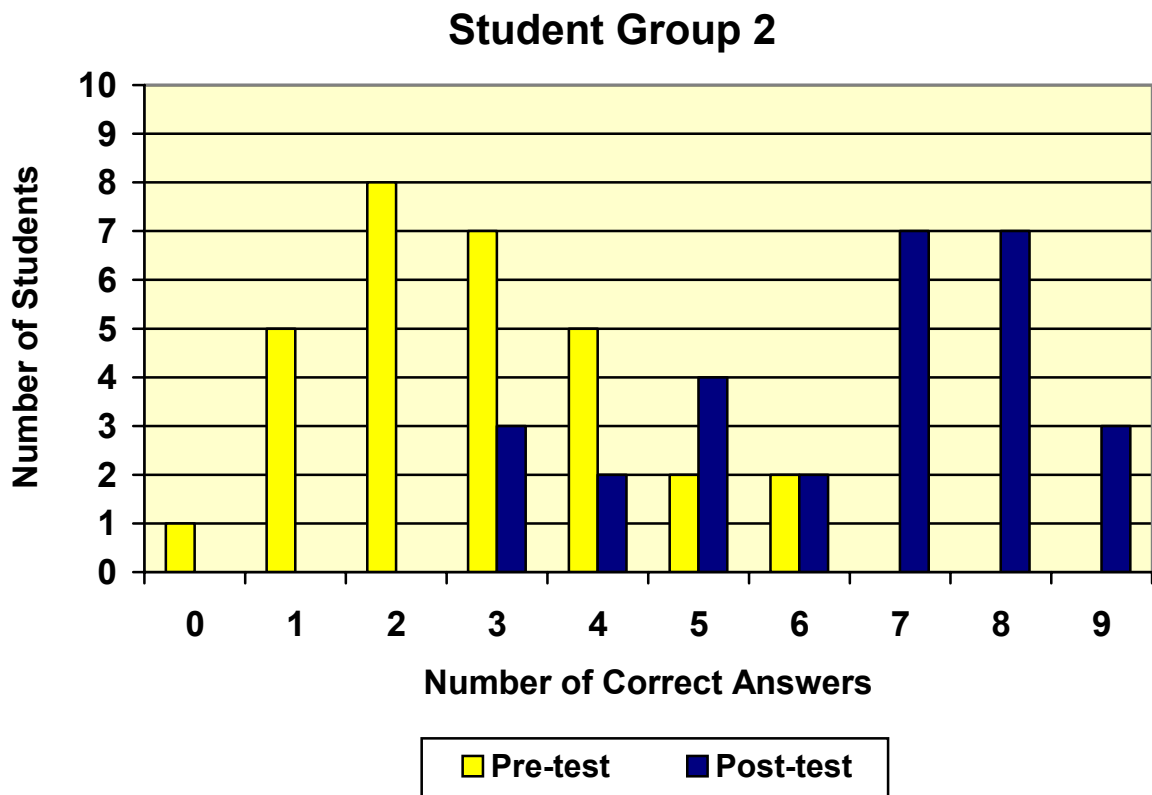


Figure 6: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 2

### Student Group One and Two: Pre- and Post-Test Results

In order to carry out a statistical analysis of our data, we merged our results from student group one and student group two. The result of merging the data from the two student groups can be seen in Table 10 and in Table 11 (see Appendix O). Since the data for question two was omitted in student group one, the same was done for student group two in this analysis. Fifty six students participated in our study and the same conclusions can be made for the aggregate data as the individual analyses of the two student groups.

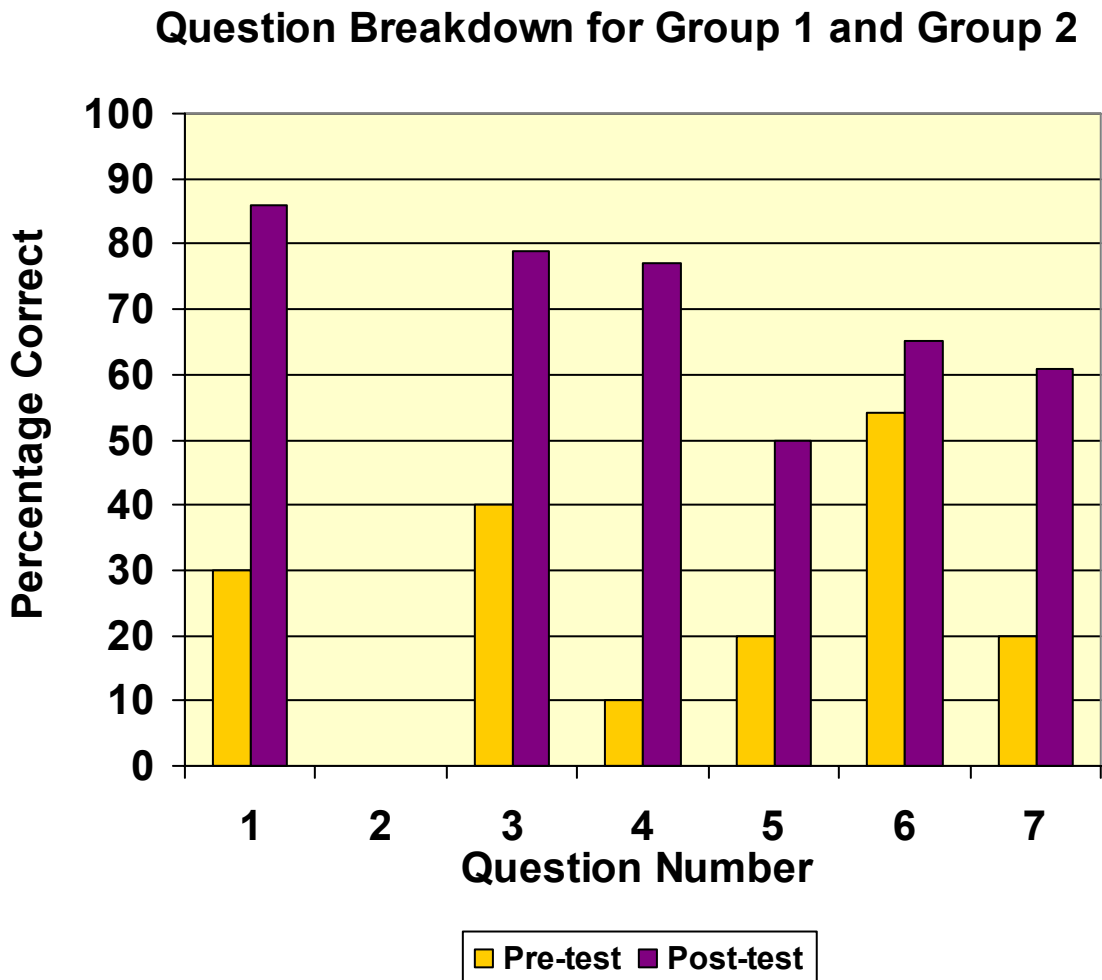


Figure 7: Pre- and Post-Test Question Breakdown for Student Group 1 and 2

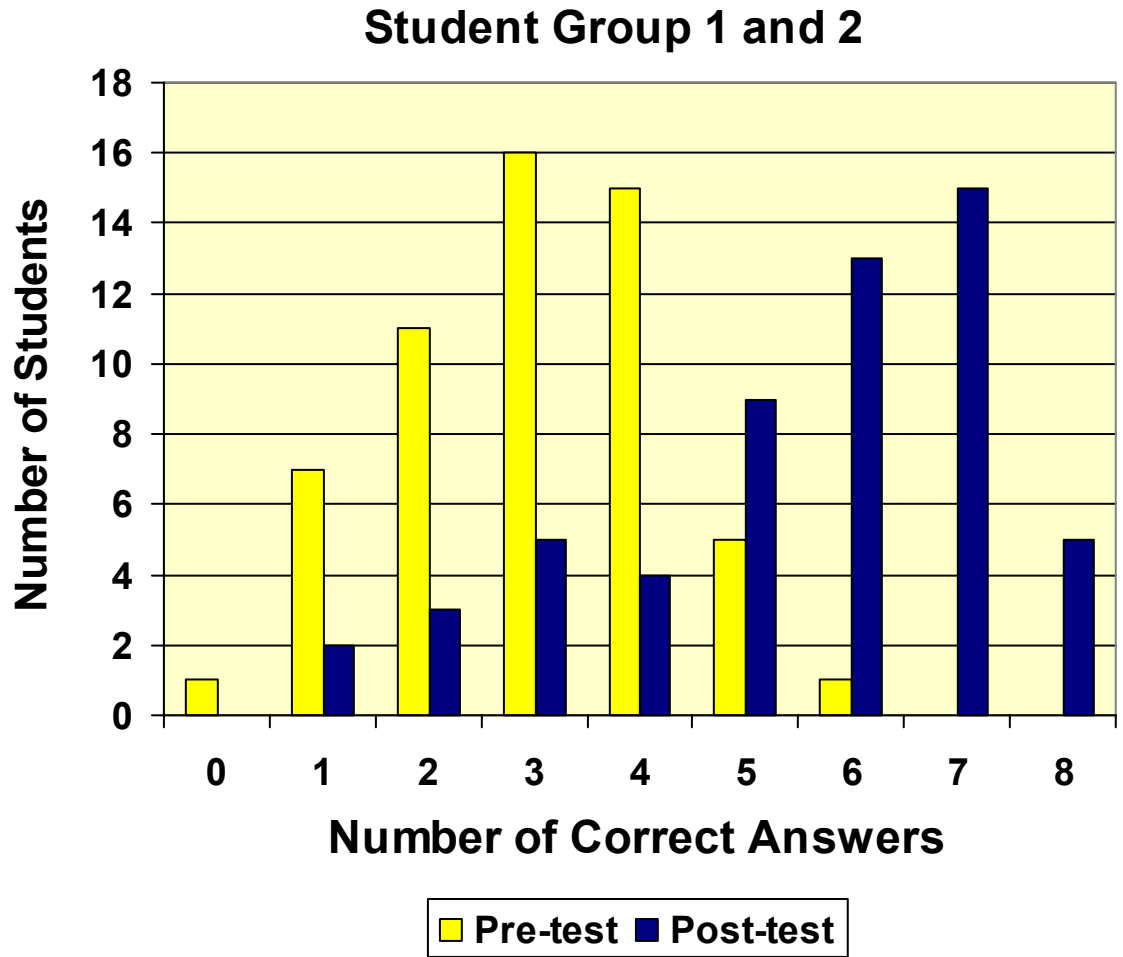


Figure 8: Pre- and Post-Test Scores for Student Group 1 and 2

#### TEST FOR STATISTICAL SIGNIFICANCE: T-TEST

The mean scores for the aggregate pre- and post-test were calculated and were found to be 3.00 and 5.48, respectively (values calculated from the pre- and post-test results in Table 11). The assumption that was made when conducting the analysis for the t-Test was that the critical  $\alpha$  value was 0.05. This meant that we were willing to accept a five percent error rate. In both one-tailed and two-tailed significance tests, the calculated P value was less than the critical  $\alpha$  value ( $P < 0.0001 < \alpha$ ). The analysis verifies the

reliability of our data since there is a very small probability that the difference between pre- and post-tests happened by chance.

Table 12: t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
Mean	3	5.482142857
Variance	1.672727273	3.417857143
Observations	56	56
Pearson Correlation	0.152081989	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	55	
t Stat	-8.892270555	
P(T<=t) one-tail	1.57179E-12	
t Critical one-tail	1.673033966	
P(T<=t) two-tail	3.14357E-12	
t Critical two-tail	2.004044769	

### STUDENT EVALUATIONS

The fifty six responses from the student evaluations show that the majority of the students liked the interactive parts of the nature walk. However, not all interactive activities are the same. Sometimes the students encountered frogs, snails, lizards or snakes. The interactive activities seem to be working since they retain the student's curiosity during the walk. One example of an interactive activity was when one of the



naturalists caught a snake and encouraged the students to feel the texture of the scales and asked them to look closely at the patterns on the snake's skin.



Figure 9: Interactive Activity

Many students also stated that they liked visiting the cave. This response was usually accompanied by a drawing of the cave, indicating how fascinated the students were on the nature walk. Lastly, the students responded positively to the question regarding the naturalists' abilities to present information. The students reported that they understood and enjoyed what the naturalists had to say.

## TEACHER EVALUATIONS

Due to the number of student groups that visited C.A.S.A., we were unable to obtain as much valuable feedback as we wanted. We only met with two teachers, but from their responses we found that C.A.S.A.'s education program complemented their teaching agendas and also provided a fun learning environment for the students. One teacher provided a particularly inspiring response saying that:

“... disfrutaron mucho ya que es algo diferente para personas que viven en la ciudad”.

*... [the students] really enjoyed [the walk] because it is something different for people who live in the city*

Both teachers also expressed interest in bringing their students to C.A.S.A. to go on another nature walk that would focus on a subject specific material.

## **CHAPTER V: CONCLUSIONS**

Based on our results we can conclude that the student groups visiting C.A.S.A. are enjoying their visit and leaving the Center knowing something new about nature and the environment learning the necessary material. The naturalists clearly present information while encouraging the students to learn and explore the environment. The students learn about trees, birds and other small animals found at C.A.S.A., the geology and history of Santa Ana, recycling and conservation.

The teachers enjoy bringing their students to the Center and feel that the program does a fine job supplementing their classroom material. Although we located a standard curriculum for Puerto Rico, it appeared as though the teachers followed their own teaching agendas. Therefore, developing an education program at C.A.S.A. that more closely follows the Puerto Rican curriculum is not feasible.

The facilities at C.A.S.A. are newly renovated. The office bunker, museum bunker and observation tower are in excellent condition. However, the facilities are not fulfilling all of the needs of the Center. There is no telephone line for the office, preventing schools from making reservations straight through C.A.S.A. The museum bunker needs more funding so it can be completed and used as a museum. More funding is needed to renovate two more bunkers located in the Center.

## **CHAPTER VI: RECOMMENDATIONS**

We recommend the following to improve Centro Ambiental Santa Ana:

- GPS Map
- Interpretive Guide
- Exhibits
- Fundraisers and Promotions
- Website
- Gift Shop
- Logo
- Management

### **GPS MAPS**

We strongly recommend creating a map for C.A.S.A. using GPS. An accurate map detailing boundaries of the Center, important landmarks, location of facilities, and difficulty levels of each trail would initiate the process of organizing management goals. Clearly defined boundaries and landmarks would help locate areas for preservation that may be easily susceptible to damage from human interference. Accurately mapped trails assigned with difficulty levels would help C.A.S.A. determine which areas of the Center can be made accessible to visitors. Displaying the map publicly would also encourage visitors to hike on their own. We believe that C.A.S.A. would greatly benefit from a more functional map.

## **INTERPRETIVE GUIDE**

To attract visitors to the Center for self-guided hikes, we recommend the continuation of an interpretive guide (see Appendix V). The guide contains pictures and general information about the birds, trees, and geology found at C.A.S.A. It is meant to complement a map that leads visitors through trails and identifies points of interest.

To complete the interpretive guide, points of interest need to be chosen to correspond to each page of the guide and then labeled so visitors know where to find them. Trees and caves found along the trails could be labeled with small signs to help visitors find their way.

## **EXHIBITS**

We recommend that the development of exhibits be made a priority for C.A.S.A. Instilling curiosity in the visitors is one of the objectives that C.A.S.A. intends to expand in order to achieve their mission of increasing awareness about environmental conservation. The use of exhibits would greatly benefit C.A.S.A. as it would diversify the types of learning environments that the Center offers and promote life-long learning concepts. Exhibits can be used to explain in more detail the most important aspects of the hike, or they can be used to present new ideas that cannot be incorporated into the hike and other activities. (More information and detailed recommendations can be found in Appendix Q)

## **FUNDRAISERS AND PROMOTION IDEAS**

We recommend a number of fundraising ideas to help expand and promote C.A.S.A. Some recommendations include the following:

- Donation sites
- Website
- Sponsorship programs
- Gift shop

Setting up donation sites at businesses in the area is an inexpensive way to get local support to raise money and to promote the Center's name. Developing a website with a donations page could help raise money for C.A.S.A. A larger audience would be reached through a website that could promote the Center and increase the opportunities to raise money. Initiating sponsorship programs with companies and businesses will help to receive necessary funding and develop relationships that can provide the continued support that C.A.S.A. needs. Opening a gift shop could provide a more reliable income than donations and sponsorship. It could sell postcards that would promote the name and mission of the Center, while collecting funding for the programs.

### **WEBSITE**

In a technologically advancing world, it is crucial to have a way to connect via internet to the general population. According to Internet World Stats (2007), twenty five percent of the Puerto Rican population uses the internet. If Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) were to develop a website, they could reach up to one million people. Since the Center is not located right in the city, many people have never even heard about everything it has to offer. Through a website, C.A.S.A. can publicize their mission and vision, display photos of the site, and provide contact information.

A website will greatly benefit C.A.S.A. because it will offer visitors with an alternative method to make reservations. Currently, groups need to contact Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico (National Parks Company, CPNPR) to make reservations. The naturalists then call CPNPR to find out when groups will be coming. This is not a very reliable procedure and creates unnecessary work for both CPNPR employees and the naturalists. By allowing visitors to contact C.A.S.A. through an email address or an online reservation form, the website could ease the process of making reservations.

If C.A.S.A. were to have a website, it should include a section explaining its mission and vision. The website should also include a section with pictures of the site and its facilities. This section could give an overview of the material that would be covered with the naturalists and introduce the more specific programs that C.A.S.A. has to offer. This would allow people to familiarize themselves with the purpose of the Center and would encourage them to visit.

C.A.S.A.'s website should have links to e-learning sections, donation sites, and affiliated organizations. An e-learning section would allow students to continue learning about Puerto Rico's environment even when they are not at the Center. This promotes C.A.S.A.'s mission to "increase awareness of environmental conservation as an integral component of social development". A donation link on the website can increase fundraising for the Center. A page with external links to affiliated organizations and websites would help visitors to explore other resources on the internet that have the same ideals as C.A.S.A.

## **GIFT SHOP**

We recommend that C.A.S.A. opens a gift shop in a visitor center. A gift shop provides opportunity for profit, advertisement, and promotion. It should sell merchandise such as T-shirts, hats, mugs, key chains, pens, pencils, bags, and toys. All of these products provide C.A.S.A. the opportunity to advertise with a logo. This advertisement will help people to recognize their name and logo, which would promote the Center. Items can also be sold in the gift shop to help promote education and instill curiosity. Toys and books that reiterate what the students have already learned during the hike can help them to retain the information. Stuffed animals and figurines would be good to remind the children of what they saw. Also, since picture books are interesting to many kids, they can be a visual method used to creatively teach the specific subjects. C.A.S.A. could greatly benefit from the opportunities a gift shop would bring.

## **C.A.S.A. LOGO**

The focus of our project was to perform a comprehensive assessment of the Center at Santa Ana. One of our observations was that C.A.S.A. would benefit from a stronger promotion program not only to attract more school groups but also to introduce the Center to the general public. The public should have the opportunity to experience and appreciate the uniqueness of Santa Ana, a richly biodiverse ecosystem located in the middle of a well developed industrial zone.

C.A.S.A. should adopt an official logo so the public can easily recognize the Center. The logo should be unique and representative of the C.A.S.A. We designed a sample logo, shown in Figure ???. In the creation of the logo, four aspects of C.A.S.A.



were taken into consideration. The first point is the uniqueness of the Center. The Puerto Rican Boa is an appropriate symbol because it is an endangered endemic species commonly found at the Center. The second point was to make the logo visually appealing to younger audiences by using bright colors. The third point was to include the slogan “Nuestra C.A.S.A.” because it is an easily remembered phrase that establishes a feeling of familiarity for the Center. Lastly, the logo’s overall shape was that of a pentagon which embodies the concept that the environment is our home.



Figure 10: C.A.S.A. Sample Logo

## MANAGEMENT

We recommend establishing more clearly defined park management goals. In order to preserve the same standard of education being provided by the current naturalists, documents detailing current activities need to be created for future staff members. We have compiled a list of management and research topics that we recommend developing (see Appendix S). We have also begun constructing a safety sheet and a species list (see Appendix T and U).

We believe that C.A.S.A. has the potential to fulfill its mission and eventually its vision. With these recommendations we hope the Center can achieve its goals and become Puerto Rico's standard for environmental centers.

## **APPENDIX A: THE NATURAL HISTORY SOCIETY OF PUERTO RICO, INC.**

The Natural History Society of Puerto Rico, Inc. (NHSPR) is a non-profit organization that was established in 1960. The NHSPR is one of the oldest environmental groups in Puerto Rico, with goals of promoting “the study, conservation, and appreciation of our environment and natural resources” (NHSPR, 2007). In their efforts to abide by their mission statement, they have provided many different activities such as camping, field trips, bird watching, astronomy, archaeology, marine life and exploration, and monthly conferences. They offer workshops and other environmental education programs in addition to a monthly educational meeting.

The NHSPR has many responsibilities that include the operation of Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.), which opened in October of 2006. Since 2001, it has been very active in the establishment and success of C.A.S.A.

## LETTER OF SPONSORSHIP



SOCIEDAD DE HISTORIA NATURAL DE PUERTO RICO, INC.

December 21, 2006

Prof. Susan Vernon-Gerstenfeld  
Interdisciplinary and Global Studies Division  
Worcester Polytechnic Institute  
100 Institute Road  
Worcester, MA 01609-2280

Dear professor Vernon-Gerstenfeld:

Santa Ana, a new and first Nature Center in Puerto Rico, is a 50-100 acre biodiversity tropical forest ecosystem on the edge of San Juan. It is part of a publicly owned park and operated by our Society, a private civic organization. Our interest is to strengthen conservation of Puerto Rico by increased understanding and appreciation of its natural history. The program is directed primarily toward students of school age.

Since October, when the Center opened with two naturalists, we have had a daily flow of students. The Society is still exploring how best to utilize the natural features and facilities. We welcome counsel, particularly from young people. We are confident that the financial support required by WPI will be forthcoming from the International Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service. What is proposed here is totally dependent on that support.

### A Possible WPI Project

1. A team arrives familiar with Nature Centers, their goals, programs, successes, and limitations, information from Center personnel, teachers, and students.
2. Orientation – visitation to a tropical forest (El Yunque) and to another environmental education center (El Faro).
3. Santa Ana – assessment of the site, facilities, personnel.
4. The program – observation, discussion, investigation, grade levels, length of stay, teacher reaction, integration with classroom work, use of recreation, balance between conservation and economic development, attainment of conservation goal.

Prof. Susan Vernon-Gerstenfeld  
December 21, 2006  
Page 2

5. Report with observations, conclusions, suggestions, and recommendations to the Society.

Sincerely,

  
Antonio Suárez García  
President SHNPR

## **APPENDIX B: CENTRO AMBIENTAL SANTA ANA OFFICIAL DOCUMENT**

(Written by Dr. Frank Wadsworth)

### **SANTA ANA**

#### **EL PRIMER CENTRO AMBIENTAL DE PUERTO RICO**

El ambiente natural de Puerto Rico esta en deterioro  
Mejor reconocimiento del valor del ambiente natural podría contrarrestar esto  
Falta el acceso a tal reconocimiento en la ciudad

#### **LO QUE ES**

Una muestra accesible de lo que es natural de Puerto Rico.

#### **SU VISIÓN**

Donde las maravillas de la naturaleza de Puerto Rico logran apreciación pública  
Donde Puerto Rico demuestra su recobro natural de su anterior modificación

#### **SU MISIÓN**

Lograr aceptación oficial como componente programático escolar  
Masificar el entendimiento de la diversidad de nuestra naturaleza  
Demostrar lo dinámico de la naturaleza de Puerto Rico  
Experimentar con el mejor aprovechamiento de la naturaleza  
Demostrar el manejo y el uso sostenible de la naturaleza  
Lograr la conservación ambiental como componente integral del desarrollo social

#### **LO FÍSICO**

Más de 50 cuerdas protegidas en el Parque Julio Enrique Monagas, 30 minutos de la población escolar del área metropolitana. . Suelo superficial sobre roca caliza que caracteriza 20% de la isla. Ecosistema forestal secundario típico de la zona kársica. Charca de 2 cuerdas con vegetación y fauna acuática. Un ecosistema con flora típica, guacamayos, aves endémicas, boas, anfibios, insectos, y tal vez reliquias taínas.

#### **INFRAESTRUCTURA**

**ACTUAL**

Dos polvorines militares preparado como centro. Pabellón con capacidad de 50 personas. Una torre de observación encima de un mogote. Senderos dentro del bosque, al charco y la torre

### **PROSPECTIVA**

Museo, laboratorio, biblioteca, acuario, terraria, y exhibiciones de fenómenos naturales, instrumentos científicos, estación de tiempo, Vivero para la propagación de plantas, parcelas marcadas en el bosque para cuantificar fenómenos.

### **EL MENSAJE**

El desarrollo de Puerto Rico requiere tanto lo natural como lo económico  
Lo natural es lo que provea la vida agradable de Puerto Rico  
Lo natural de Puerto Rico es atractivo, interesante, y complejo  
Lo natural de Puerto Rico es frágil y vulnerable a su destrucción y pérdida  
La conservación puede prolongar el ambiente natural indefinidamente  
La conservación ambiental de Puerto Rico depende de nosotros todos

### **LA AUDIENCIA**

El futuro del ambiente puertorriqueño es para los jóvenes  
Los jóvenes de más porvenir influyente están en la zona metropolitana  
Estos jóvenes mayormente están en las escuelas públicas y privadas

### **UNA ESTRATEGIA EDUCACIONAL**

Ofrecer la educación accesible a las escuelas públicas y privadas  
Suplementar las clases con conocimiento y apreciación de lo natural  
Destacar la diversidad de lo natural para maximizar el interés estudiantil  
Ofrecer oportunidades para observación, discusión, e investigación  
Temas de especialización:  
Clima, geología, suelos, agua, bosques, aves, insectos, anfibios, reptiles, ecosistemas, arqueología  
Terminar visitas con una discusión mutua sobre la conservación de Puerto Rico

### **ADMINISTRACIÓN**

Anfitrión y manejo  
Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico  
Ramón Nieves, Director Ejecutivo  
Apoyo económico y programa:  
Sociedad de Historia Natural de Puerto Rico  
Arq. Antonio Suárez, Presidente  
Naturalistas:  
Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico  
Fernando Lloveras, Director  
Contribuciones cooperativas

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente  
Municipio de Bayamón  
US Fish and Wildlife Service

Staff:

Srta. Germaris Madera, manejo  
Sr. Nelson Díaz, Naturalista  
Sr. Miguel Santiago, Naturalista

## **ENFOQUE CIENTÍFICO**

(NSF Proyecto 2061 benchmarks)

Implantar los conceptos claves de la ciencia para el aprendizaje  
Observación, pensamiento, experimentación, y validación

### **KINDERGARTEN – GRADO 3**

#### **TÉCNICAS**

Observar todo en detalle  
Promover preguntas  
Asegurar la comparación de los resultados  
Uso de termómetros, lupas, cintas, y balanzas

#### **TEMAS A DISCUTIR**

Como los científicos logran su trabajo  
Presentar el mundo científicamente  
Presentar la naturaleza como algo lógica  
La ley de probabilidad sobre la repetición de fenómenos  
La interdependencia de animales en plantas  
La necesidad de agua, alimento, luz para las plantas  
El cuidado necesario al usar organismos vivos

#### **OBSERVACIÓN**

Los organismos vivos ocupan toda la tierra  
    Las plantas sobre el suelo  
Las adaptaciones de plantas y animales para sobrevivir  
    Raíces, corteza, espinas, y defensas de animales  
Investigar los hábitos de diversas plantas y animales  
    Conocen las aves, donde están, qué hacen, porqué  
Fomentar colecciones  
    Semillas, hojas, piedras, caracoles  
Modificar lo natural para ver el efecto  
    Doblar ramas, abre un nido de comején  
Observación de semillas al germinar

#### **ESTUDIOS**

Proveer investigaciones divertidas y excitantes  
    Usar mariposas, aves, lagartijos, caracoles

Cuantificación y mensura de objetos  
    Contar y medir árboles en parcelas  
Los fenómenos naturales son similares dondequiera  
    Conteos de parcelas distantes  
Las observaciones repetidas tiendan de ser similares  
    Contare dentro de parcelas repetidas

## **GRADO 4 - 6**

### **TÉCNICAS**

Mayor precisión  
Anotación de datos cuidadosamente  
Producción de cartas y gráficas  
Presentación hablada a la clase entera

### **TEMAS A DISCUTIR**

La ciencia se puede practicar por cualquiera  
La ciencia es más que la organización de observaciones  
Como parte del método científico:  
    Un experimento pide la planificación, el cotejo de los instrumentos,  
    Datos replicados, un informe, y manejo de la comunicación.  
La importancia de los animales en la polinización y la dispersión de semillas

### **OBSERVACIÓN**

La necesidad de luz, agua, y alimento para plantas  
    Las concentraciones de plantas y animales  
    La posición de las copas de los árboles  
    La orientación de las hojas  
    Temperatura de las hojas en el sol, transpiración  
Coexistencia de organismos en un ecosistema  
    Plantas expuestas al sol junto con las de la sombra  
Porque algunas plantas sobreviven y otros no  
Identificación de semejanzas y diferencias  
    Hojas de plantas diferentes y de la misma planta  
La conservación: el uso repetido de los recursos y el reciclaje  
Organismos microscópicos  
    Agua de la charca  
La clasificación de organismos por su anatomía  
    Claves de árboles por su ramificación y la forma de las hojas

### **ESTUDIOS**

Actividades que requieren contacto directo  
    El contenido del suelo: rocas, raíces, vida  
Experimentos solo y en grupos  
    Contar solo las aves por vista y sonido



- Contar en grupos lo de parcelas circulares
- Resultados diferentes de investigaciones repetidas
  - Debido a diversidad de métodos
    - Diámetros de árboles por cinta y por calibrador
  - Debido de incertidumbre de las personas
    - Conteo de “árboles” (sin definición)
  - Debido a verdadera variabilidad
    - Conteo en el valle y encima de la loma
- La necesidad de repetir observaciones para la seguridad
  - Conteos en 10 parcelas, con promedios progresivos
- La colección de especímenes para análisis
  - Semillas, hojas: comparar tamaño, forma, peso

## **GRADO 7 - 9**

### **TÉCNICAS**

- Mantener record de datos
- Análisis de datos
- Informes de resúmenes
- Comunicación abierta
- Uso de computadoras

### **TEMAS A DISCUTIR**

- Los conocimientos viejos tienen válidos pero están sujetos a cambios
  - Llueve más en noviembre
- Observaciones del laboratorio no son iguales a la naturaleza
  - Crecimiento de plantitas en tiestos con tratamientos
- Semejanza y variación de organismos en distintos lugares
  - Especies de árboles similares a través de Santa Ana
  - Encima del mogote los árboles son más bajos que en el valle
- Evidencia de evolución natural en Puerto Rico
  - Las especies de plantas y animales endémicas de Puerto Rico cambiaron después de llegar
- “¿Cómo sabemos que lo que nos dicen es verdad?”
  - Muy buena pregunta. ¡No la olvidan!
- Las investigaciones toman tiempo
  - El crecimiento de plantas como evidencia
- No hacer tantos experimentos que no se pueda profundizar
- Las investigaciones se suplementan con aprendizaje sistemático
  - Cada estudio sugiere su aplicación y provoca más curiosidad
- Desarrollo de sentido de la evidencia
  - ¿Puede ser que lo que se encontró sea posible?
- Diferencias de observaciones pidiendo más estudio
  - Pocas observaciones
- La necesidad del control de variables externos

- La eliminación de prejuicio probable
  - Hay que eliminar todo extraño de influencia
- La variación de más de un variable
  - La necesidad de evitar más de un variable
- El efecto de creencias fuertes sobre el resultado
  - La introducción de prejuicio en los resultados
  - Evite las “ganas” iniciales para los resultados
- La hipótesis
  - Los que se anticipa, ni correcto ni incorrecto
  - Si no sale, usted ha aprendido algo
- La red de alimentación
  - Lo que conecta todos los organismos
  - Hay muchos casos locales

### **OBSERVACIÓN**

- La interdependencia entre organismos
  - Los líquenes: un hongo y un alga
- La competencia entre organismos similares
  - Los árboles y los arbolitos
- Las relaciones entre predadores y víctimas
  - Los carpinteros y los insectos
  - Los guaraguaos y los ratones
- Las relaciones entre los parásito y la huesped
  - Los hongos y las plantas
- Las relaciones obligadas entre especies
  - El jilguero y la fruta de la capitana
  - Los micorizas en los raíces
- La identificación de evidencia relevante
  - ¿Puede ser clima? suelo? Estación? edad?
  - Excluye lo que no afecta un estudio
- El significado histórico de las rocas sedimentarias
  - La búsqueda de fósiles

### **ESTUDIOS**

- Estudios independientes de la misma cuestión
  - Conteo de hojarasca/m<sup>2</sup> por grupos diferentes
- Replicación
  - Parcelas 1-10 se acercan a a la verdad
- La dependencia de organismos en su ambiente
  - Preferencias de sitio por especies de plantas
  - Donde más se encuentran especies de aves
- Las diferencias entre especies similares
  - Árboles, pitirre/clérigo

## **TÉCNICAS**

Comprensión de sistemas

    Porqué el total es mayor que sus partes

Uso de estadísticas, probabilidad, modelos

## **TEMAS A DISCUTIR**

Las reglas científicas son iguales dondequiera

    Leyes de gravedad, efectos del clima

Las reglas se descubren por estudio cuidadoso

    Evolución, relatividad, distancias a las estrellas

Los cambios de las reglas son modificaciones pequeñas

    Una regla nueva para predecir el crecimiento

Observación amplia para encontrar patrones

    El rumbo del ecosistema entero vs. lo de una planta

El beneficio de la diversidad para la supervivencia

    Distintas especies toleran cambios diversos

La interacción entre la herencia y el ambiente

    La variación dentro de una especie en diferente ambientes

Los patrones de semejanzas y diferencias a través del mundo

    Plantas en las mismas familias taxonómicas

    La morfología de árboles del bosque pluvial

## **OBSERVACIÓN**

La restauración de sistemas modificadas

    La sucesión forestal: especies pioneros

Los productores y consumidores, y descompositadores

La búsqueda de perjuicio en los experimentos

    No introduce “preferencias personales”

## **ESTUDIOS**

Variación genética

    Las hojas del mismo árbol

Devolución de materia muerta al sistema

    Contar y pesar por m<sup>2</sup> las hojas de la hojarasca

Mejor pero no la verdad absoluta

    Área basal, 10 parcelas, sigue promedio hasta los 10

Las limitaciones del crecimiento de población

    Separación de nidos de comején en el bosque (GPS?)

Otros especiales (Ferias científicas)

    La historia de Santa Ana

    La arqueología de Santa Ana

    El clima de Santa Ana

    La fisiografía de Santa Ana

    El suelo de Santa Ana

El bosque de Santa Ana  
La ecología de un árbol de Santa Ana  
La regeneración forestal en Santa Ana  
Las semillas del bosque de Santa Ana  
Germinación de las semillas del bosque de Santa Ana  
La ecología de un ave de Santa Ana  
La ecología de murciélagos en Santa Ana  
La población de mariposas de Santa Ana  
La población de comején en el bosque de Santa Ana  
La ecología de los reptiles de Santa Ana  
La fauna de la charca de Santa Ana  
La ecología de los lagartijos de Santa Ana  
La ecología de los coquies de Santa Ana  
La ecología de las arañas de Santa Ana  
La ecología de los caracoles de Santa Ana  
Los lombrices de Santa Ana

## **EL PROGRAMA GENERAL**

### **EL CLIMA**

Observaciones, – Grados 1 - 12  
  Observadores del tiempo  
  Conocer estación de tiempo, condiciones, instrumentos  
  Comparar temperatura bajo sol y en la sombra, en el suelo  
  Comparar viento afuera y dentro del bosque  
  Comparar viento en la falda y encima de un mogote  
Examinar, dibujar, y fotografiar la nubes de la torre  
Investigaciones, Grados 9 - 12  
  Climatólogos del futuro  
  Comparar lluvia en el bosque y en un claro  
  Comparar datos de temperatura de diferentes días  
  Comparar la temperatura y la humedad a diferentes horas  
  Determinar partículas en el aire dentro y afuera del bosque  
  Medir el efecto invernadero  
Conservación  
  Reducción de temperatura con sombra, techos blancos  
  Reducir contaminación del aire con árboles  
Aprovechamiento  
  Diseñar de casas, techos, y ventanas para frescura  
  Usar el calor solar para calentar agua y generar electricidad  
  Usar el viento para la producción de energía eléctrica

### **FISIOGRAFÍA**

Observaciones, Grados 1 - 12  
  Descubridores del pasado

- Hacer pruebas de la acidez de las rocas calizas con vinagre
- Buscar fósiles en las rocas
- Buscar sumideros y examinar sus rocas
- Explorar la cueva y buscar formaciones de rocas
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - Geólogos del futuro
  - Comparar dureza de la roca expuesta con la del interior
  - Identificar fósiles
- Conservación
  - Mantener abierto los sumideros
  - Replantar claros entre los árboles
  - Preservar la vegetación de áreas escénicas de mogotes
  - Preservar las cuevas que hospedan murciélagos.
- Aprovechamiento
  - Usar la cal para plantas ornamentales y la agricultura
  - Usar la cal para la producción de cemento
  - Usar caliche para caminos rústicos de campo
  - Desarrollar las cuevas para el disfrute público

## **AGUA**

- Observaciones, Grados 1 - 12
  - El oriundo de nuestra agua
  - Observar los animales alrededor y cerca de la charca
  - Durante la lluvia observar dónde va el agua en el bosque
  - Observar el agua en un sumidero durante una lluvia
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - La calidad de nuestra agua
  - Determinar el pH de la lluvia dentro y fuera del bosque
  - Determinar el pH y el contenido del agua de la charca
  - Estudiar la fauna del agua de la charca
- Conservación
  - Eliminar la pérdida de agua durante su distribución
  - Preservar lo natural de los alrededores de saltos escénicos.
  - Extraer el sedimento de los ríos antes de entrar los embalses
  - Facilitar visitación a los embalses y plantas de tratamiento
- Aprovechamiento
  - Remover el sedimento de los embalses para restaurarlos
  - Extender el uso de riego por gotera donde reduce consumo
  - Aumentar el uso de los saltos para generar electricidad
  - Aumentar la apreciación de los ríos usando kayaks

## **SUELO**

- Observaciones, Grados 1 - 12
  - Viva y no viva
  - Observar hojarasca forestal en distintos sitios
  - Observar estratos del suelo en los hoyos preparados
  - Determinar la acidez de varios maestros del suelo

- Observa un pie cuadrado del suelo descompuesto
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - Como usamos la tierra
  - Comparar la profundidad y la acidez del suelo en 3 lugares
  - Pesar los componentes de un pie cúbico del suelo
  - Determinar el contenido de agua en el suelo en dos sitios
- Conservación
  - Reducir la erosión del suelo con terrazas o reforestación
  - Reclamar sedimentos en los ríos y reusarlo
- Aprovechamiento
  - Preservar los suelos más productivos para la agricultura.
  - Intensificar la agricultura con abonos orgánicos o químicos
  - Intensificar el uso de plantas ornamentales en las ciudades

## **ÁRBOLES**

- Observaciones, Grados 1 -12
  - Verde y creciendo
  - Notar los árboles dominantes, intermedios, y suprimidos
  - Observar diferencias entre especies en forma y hojas
  - Identificar 10 especies con nombres tainos, por sus hojas
  - Buscar donde crecen los árboles más grandes
  - Buscar y recolectar flores y semillas de los árboles
  - Prensar y secar colecciones de hojas de los árboles
  - Levantar arbolitos y replantarlos dentro el Centro
  - Fotografiar o dibujar los árboles
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - La diversidad de los bosques
  - Determinar las especies más comunes abajo y arriba
  - Comparar proporción de árboles grandes y pequeños
  - Instalar números en los árboles para medidas repetidas
  - Identificar árboles sobresalientes dentro del bosque
- Conservación
  - Entresacar los bosques para mejorar su productividad
  - Propagar arbolitos desde sus semillas
  - Reforestar todos los terrenos ociosos
- Aprovechamiento
  - Plantar más árboles de sombra en las ciudades
  - Utilizar la madera de los árboles maduros y muertos
  - Utilizar más especies nativas de árboles como ornamentales
  - Fomentar la industria de artesanía con las maderas del país

## **AVES**

- Observaciones, Grados 1 - 12
  - El mundo de las aves
  - Identificar 10 especies de aves, separar nativas de exóticas

- Reconocer el habitat preferido de especies de aves
- Buscar nidos activos y observar la actividad relevante
- Observar un ave por 30 minutos para ver su actividad
- Dibujar o fotografiar un ave favorita

Investigaciones, Grados 9 - 12

- Como se portan las aves
- Observar aves atraídas a un bebedero o comedero
- Contar la frecuencia de cantos de varias especies de aves
- Determinar con qué frecuencia las aves come algo.
- Comparar las aves del bosque con las de la charca

Conservación

- Plantar plantas que atraer aves tanto como colibríes
- Aumentar la cobertura de árboles en las ciudades
- Proveer bebederos para atraer más aves

Aprovechamiento

- Dibujar o tomar fotos de las aves
- Grabar los cantos de las aves y usarlos para educación
- Motivar el público para conocer y apreciar las aves.

## **ANFIBIOS**

Observaciones, Grados 1 - 12

- Donde se esconden los coquies
- Buscar los escondites de los coquies de día
- Escuchar al lado de la charca para oír y localizar las ranas
- Capturar renacuajos en la charca para conocerlos
- Examinar un sapo concho para compararlo con las ranas

Investigaciones, Grados 9 - 12

- La vida de los coquies
- Encontrar y propagar huevos de coquies
- Localizar escondites de bambú para coquies en varios sitios

Conservación

- Preservar los humedales donde viven los anfibios
- Publicar información sobre los beneficios de loa anfibios

Aprovechamiento

- Preparar exhibiciones de estas especies en terrarias

## **REPTILES**

Observaciones, Grados 1 - 12

- Nuestros amigos los reptiles
- Localizar las culebras y observar lo que hacen
- Contar el número de lagartijos en una parcela

Investigaciones, Grados 9 - 12

- El habitat de los reptiles
- Comparar el número de lagartijos abajo y arriba
- Determinar la altura sobre la tierra con más lagartijos

- Observar lagartijos por una hora
- Conservación
  - Determinar y preservar habitat preferido por estas especies
  - Publicar información sobre los beneficios de los reptiles
- Aprovechamiento
  - Preparar exhibiciones de estas especies en terrarias

## **INSECTOS Y ARAÑAS**

- Observaciones, Grados 1 - 12
  - Las mariposas están libres
  - Abrir nido de comején y ver las formas, reina, y la defensa
  - Observar lo que pasa después: (llegada de lagartijos)
  - Observar la actividad de un nido abierto por un tiempito
  - Observar los insectos poniendo huevos en la charca
  - Identificar mariposas y observar lo que hacen
  - Buscar arañas peludas en la tierra y otras arañas
  - Explorar insectos debajo de piedras y troncos
  - Dibujar o fotografiar los insectos y arañas
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - Como funcionan los insectos
  - Buscar la distancia promedia entre nidos de comején
  - Contar la proporción y cuales árboles tienen canales
  - Averiguar hasta donde suben los canales de los comejenes
  - Comparar número de mariposas abajo y arriba
  - Producir una colección montada de especies comunes
- Conservación
  - Plantar las flores que atraen las mariposas
  - Publicar información sobre los beneficios de los insectos
- Aprovechamiento
  - Preparar y montar colecciones atractivas

## **CRUSTACEOS**

- Observaciones, Grados 1 - 12
  - Los hogares de los caracoles
  - Identificar las especies de caracoles
  - Notar donde los caracoles se encuentran
- Investigaciones, Grados 9 - 12
  - Como funcionan los caracoles
  - Marcar caracoles y moverlos para observar su vuelta
  - Comparar los números de cacotes abajo y arriba
- Conservación
  - Determinar su habitat preferido y preservarlo
- Aprovechamiento
  - Preparar una colección atractiva de conchas



## **ECOSISTEMAS**

Investigaciones, Grados 9 - 12

El círculo de la vida

Notar donde están los bejucos y epifitas

Notar las especies de árboles dominantes, suprimidos

Identificar especies raras y porque

Busca ejemplos de simbiosis (líquenes)

Observar la función del ecosistema sentado por dentro

Inventariar repetidas veces para determinar cambios

Distinguir el número y especies de semillas abajo y arriba

Manejo de recursos naturales

Conservación

Determinar lo que es más frágil o raro del sistema y pretejerlo

Aprovechamiento

Usar lo interesante de los ecosistemas para educar el pueblo

## **ARQUEOLOGÍA**

Investigaciones, Grados 9 - 12

¿Qué hicieron los tainos aquí?

Buscar evidencia de piedras trabajadas y cerámica

## **PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN EN EL GAZEBO SOBRE EL MEDIOAMBIENTE**

Preguntas del grupo

¿Por qué son más largos los días del verano?

¿Qué es un eclipse?

¿Por qué hay fases de la luna?

¿Por qué algunas estrellas son de color?

¿Qué es la diferencia entre los planetas y las estrellas?

¿Qué son las nubes?

¿Qué es el efecto del invernadero?

¿Por qué hay viento? ¿De donde prevalece?

¿De donde vienen los huracanes?

¿Qué es el ciclo del agua?

¿Cómo los ríos corren cuando hace sol?

¿Cómo se forma una montaña?

¿Qué es un mogote?

¿Cómo forman las cuevas?

¿Qué son fósiles?

¿Qué hay en el suelo?

¿Qué es un ecosistema?

¿Para qué sirve la corteza de los árboles

¿Qué comen las aves?

¿Cómo vuelan las aves?

- ¿Por qué cantan las aves?
- ¿Por qué hay más aves en el campo?
- ¿Cómo se distinguen reptiles de anfibios?
- ¿Por qué cantan los coquies?

## **SOBRE LA CONSERVACIÓN**

### Preguntas del grupo

- ¿Por qué usamos el agua?
- ¿Por qué sirven los bosques?
- ¿Por qué son buenas las aves?
- ¿Qué beneficios dan los insectos?
- ¿Qué beneficios dan las termitas?
- ¿Qué beneficios dan las culebras?
- ¿Qué beneficios dan los murciélagos?
- ¿Cuál es tu animal silvestre favorito?
- ¿Qué importancia tienen las plantas para los animales?
- ¿Qué importancia tienen los animales para las plantas?
- ¿Qué es una pirámide de alimento?
- ¿Qué es el balance de la naturaleza?
- ¿Qué valor tienen los ecosistemas para nosotros?
- ¿Qué es la importancia de cada especie?
- ¿Qué son las relaciones entre especies nativas y exóticas?
- ¿Qué necesitamos para vivir?
- ¿Qué son recursos naturales?
- ¿Qué problemas ambientales tenemos?
- ¿Qué es la deforestación? ¿Sus fines y efectos?
- ¿Qué es la erosión del suelo? ¿Sus efectos?
- ¿Qué es la extinción? ¿Cómo sucede?
- ¿Qué es el reciclaje? ¿Por qué hacerlo?
- ¿Cómo cuidaron Puerto Rico los tainos?
- ¿Qué puedes hacer para evitar la contaminación?
- ¿Qué puedes hacer para proteger los animales silvestres?
- ¿Cómo podemos recuperar los ecosistemas?
- ¿Cómo puede favorecer diversidad de un bosque?
- ¿Cómo podemos favorecer producción de madera en un bosque?
- ¿Cómo podemos favorecer lo que vimos en Santa Ana?
- ¿Qué puedes contribuir al futuro del mundo?

## **CENTRO AMBIENTAL SANTA ANA**

### **(SANTA ANA ENVIRONMENTAL CENTER, C.A.S.A.)**

Centro Ambiental Santa Ana is located in the Bayamón region of San Juan, Puerto Rico. The official document of C.A.S.A., written in Spanish, details the mission statement and vision for the Center. In addition, the report contains in depth educational outlines for different age groups visiting C.A.S.A.

#### **Their vision**

- A place where the natural beauty of Puerto Rico can gain public appreciation
- A place where Puerto Rico demonstrates recovery of nature to its prior form

#### **Their mission**

- Gain official acceptance as a component of a scholarly program
- Amass knowledge of the diversity of [their] natural world
- Demonstrate the dynamics of Puerto Rican nature
- Experiment with the best uses of the natural world
- Demonstrate the drive and sustainable use of the nature
- Increase awareness of environmental conservation as an integral component of social development

(This page translated by Lindsay Deitelbaum and Victoria Richardson.)

## **APPENDIX C: INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY**

The International Institute of Tropical Forestry (IITF) is a part of the United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service (IITF, 2004). Since the creation of the institution in 1939, the IITF (2004) has been committed to addressing issues concerning the “physical, social, and economic issues in managing tropical forests”. Located in Río Piedras, Puerto Rico, the IITF has continued to provide “guidance and financial incentives” to local government agencies and organizations for projects in urban forestry.

The IITF is a research institution with a global program and has partnerships with many other organizations in locations such as Mexico, Central America, South America, the Caribbean island and Asia (IITF, 2004). The organization’s official participation with the Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) was in providing the funds to sponsor this project (see Appendix A).

## **APPENDIX D: PUERTO RICAN SCIENCE CURRICULUM**

The following document is the Puerto Rican science curriculum from kindergarten to sixth grade. It includes the following topics:

- Natural Science
- Properties of Matter
- Systems and Models
- Energy
- Interactions
- Conservation and Change
- Science, Technology and Society

## PUERTO RICAN SCIENCE CURRICULUM: KINDERGARTEN TO SIXTH GRADE

The following is an excerpt from a larger document that corresponds to pages one to thirty-one of the official Puerto Rican Science Curriculum (Departamento de Educación, 2005). The Santa Ana education program can focus on these topics to help supplement the curriculum.

### Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K - 3**

#### LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 1: El estudiante es capaz de conocer que la ciencia es de naturaleza dinámica, inquisitiva e integradora, por lo cual puede formular preguntas e hipótesis, diseñar experimentos, experimentar y recopilar datos para llegar a conclusiones, utilizando la metodología científica. De igual manera, es capaz de mostrar creatividad y colaboración en el trabajo de grupo, proveyendo para el desarrollo interpersonal e intrapersonal.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Diferencia y agrupa objetos de acuerdo con las propiedades físicas, tales como: forma, textura, color y tamaño, entre otros.</p> <p>Distingue semejanzas y diferencias entre las plantas y los animales.</p> <p>Enumera las necesidades de las plantas y de los animales, tales como: agua, aire, refugio, alimento y otros.</p> <p>Compara y contrasta objetos, usando unidades arbitrarias.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Compara y contrasta objeto, usando unidades arbitrarias.</p> <p>Compara y contrasta el largo y el ancho de objetos, usando unidades apropiadas para medir.</p> <p>Establece semejanzas y diferencias entre las plantas y los animales.</p> <p>Compara y contrasta materiales naturales y materiales artificiales.</p> <p>Reconoce que los objetos están formados por uno o más materiales.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Identifica instrumentos calibrados que le permiten medir la longitud de los objetos, tales como: metro y regla.</p> <p>Usa adecuadamente instrumentos calibrados para obtener la longitud de los objetos, tales como: libreta, libros, mesa y otros.</p> <p>Reconoce que al medir los objetos se descubren características del mismo.</p> <p>Identifica la hora, haciendo uso de diferentes tipos de reloj.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Compara y contrasta los objetos, de acuerdo con el estado de la materia que exhiben.</p> <p>Demuestra que cada estado de la materia posee propiedades características.</p> <p>Explica por escrito los cambios físicos que ocurren en la materia.</p> <p>Utiliza la metodología científica para realizar investigaciones sencillas.</p>

<p>Menciona de forma oral los estados del tiempo, tales como: lluvioso, nublado, soleado y otros.</p> <p>Compara y contrasta las características entre el día y la noche.</p>	<p>Menciona en forma oral y enumera por escrito la importancia de los recursos naturales para los seres vivos.</p>	<p>Expresa por escrito y oralmente la importancia del Sol para todos los componentes del planeta Tierra.</p> <p>Expresa por escrito y oralmente la necesidad e importancia del agua, del aire y del suelo para todos los seres vivos.</p> <p>Identifica por escrito y oralmente los beneficios y reconoce la importancia que el ser humano recibe del agua, el aire y el suelo.</p> <p>Explica por escrito y oralmente la importancia de no contaminar estos recursos y su importancia para los seres vivos.</p> <p>Reconoce que cada estado de la materia posee propiedades características, tales como: los sólidos tienen forma definida y los líquidos no tienen forma definida.</p> <p>Identifica por escrito y oralmente los cambios en el estado de la materia, tales como: la forma, el color y el tamaño.</p>	<p>Reconoce que las investigaciones científicas se realizan de la misma manera en diferentes lugares.</p> <p>Explica por escrito y oralmente la importancia de las plantas para los seres vivos.</p> <p>Explica por escrito y oralmente la importancia de las adaptaciones de los organismos al ambiente en donde viven.</p> <p>Argumenta y escribe sobre los beneficios que recibe el ser humano del agua, el aire y el suelo.</p> <p>Expresa por escrito y oralmente formas de hacer un uso correcto del agua, el aire y el suelo.</p> <p>Identifica las partes de una planta e informa la función de las mismas, tales como: raíz, tallo, hoja, flor y fruto.</p> <p>Agrupar y clasificar plantas con semilla y sin semilla.</p> <p>Distingue e ilustra cadenas y una red alimentaria.</p>
---	--	--	---

2

		<p>Distingue entre diferentes paisajes del planeta Tierra.</p> <p>Menciona e ilustra los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Agrupar y clasificar los objetos, de acuerdo con el estado de la materia que exhiben.</p> <p>Localiza diferentes comunidades y relieves característicos de Puerto Rico.</p> <p>Reconoce el uso de las matemáticas para describir los objetos.</p>	<p>Agrupar y clasificar los organismos de acuerdo a como se alimentan, tales como: productores, consumidores, carroñeros y depredadores.</p> <p>Enumera y describe diferentes hábitats de organismos, tales como: acuáticos y terrestres.</p> <p>Describe el ciclo de vida de algunos organismos, por ejemplo: nacer, crecer, desarrollarse y morir.</p> <p>Ilustra adaptaciones de los organismos a sus ambientes, tales como: plantas (búsqueda de luz), animales (cambio de color).</p> <p>Identifica acciones que evitan la contaminación ambiental, tales como: reciclaje y reúso.</p> <p>Reconoce que los científicos utilizan instrumentos de medición para obtener información sobre el mundo.</p> <p>Utiliza los procesos básicos de la actividad científica en forma individual y en grupo.</p> <p>Demuestra aprecio y respeto al realizar experimentos de manera colaborativa.</p>
--	--	--	---

3

**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K - 3**

**LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA**

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 2: El estudiante es capaz de definir lo que son las estructuras, la composición y las propiedades de la materia; diferenciar entre materia viva y no viva, y describir la interacción que ocurre entre los organismos vivos y el ambiente físico que les rodea, a través del intercambio de materia y energía. Además, descubre los niveles organizacionales de los sistemas biológicos.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica las partes de las plantas tales como: tallo, hoja, raíz, flor, etc.</p> <p>Enumera las necesidades de las plantas y de los animales, tales como: agua, aire, refugio, alimento y otros.</p> <p>Clasifica la materia en lo que está vivo y lo que no está vivo.</p> <p>Identifica las partes de los animales, tales como: patas, pico, alas, etc.</p> <p>Expresa en forma oral y por escrito el respeto hacia los seres vivos.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Diferencia y agrupa objetos de acuerdo con las propiedades físicas, tales como: forma, textura, tamaño y dureza, entre otros.</p> <p>Identifica estructuras en los organismos que les permiten vivir, tales como: picos, alas, patas y otros.</p> <p>Diferencia entre recursos naturales vivos y los no vivos, tales como: rocas, niños, aire, agua, árbol e insecto, entre otros.</p> <p>Expresa en forma oral y por escrito el respeto hacia los seres vivos.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Enumera por escrito y localiza los diferentes componentes del sistema digestivo.</p> <p>Reconoce que las diferentes partes de un sistema interactúan entre sí.</p> <p>Describe en forma oral y escrita de manera sencilla el proceso de la digestión.</p> <p>Menciona e ilustra los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Agrupar y clasifica los objetos, de acuerdo con el estado de la materia que exhiben.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Distingue e ilustra una cadena y una red alimentaria.</p> <p>Agrupar y clasifica los organismos, de acuerdo a como se alimentan, tales como: productores y consumidores.</p> <p>Identifica las partes de una planta y describe la función de las mismas, tales como: raíz, tallo, hoja, flor y fruto.</p> <p>Agrupar y clasifica plantas con semilla y sin semilla.</p> <p>Distingue entre plantas terrestres, acuáticas y aéreas.</p>

4

		<p>Reconoce que cada estado de la materia posee propiedades características, tales como: los sólidos tienen forma definida y los líquidos no tienen forma definida.</p> <p>Identifica por escrito los cambios en el estado de la materia, tales como: la forma, el color y el tamaño.</p> <p>Identifica instrumentos calibrados que le permiten medir la longitud de los objetos, tales como: metro, regla y otros.</p> <p>Reconoce el uso de las matemáticas para describir las características de los objetos.</p>	<p>Identifica las diferencias entre animales invertebrados y animales vertebrados.</p> <p>Ilustra y explica la importancia del ciclo del agua y los usos del agua, del aire y del suelo para todos los seres vivos.</p> <p>Reconoce que los seres vivos son materia.</p> <p>Localiza e identifica las partes del sistema esquelético.</p>
--	--	--	---

5



**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K - 3**

**LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS**

**ESTÁNDAR DE CONTENIDO 3:** El estudiante es capaz de conocer lo que son sistemas, sus interacciones, sus funciones y los componentes de los mismos. Asimismo, diseñará y construirá modelos y representará situaciones por medio de modelos físicos, utilizando recursos tecnológicos.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica las distintas partes del cuerpo.</p> <p>Menciona las extremidades superiores e inferiores.</p> <p>Identifica el planeta Tierra como parte del Sistema Solar.</p> <p>Expone de forma oral prácticas necesarias para la higiene personal.</p> <p>Menciona las necesidades de las plantas y los animales, tales como: agua, aire, sol, refugio, alimentos y otros.</p> <p>Menciona las características entre el día y la noche.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Describe las necesidades de las plantas y de los animales, tales como: agua, aire, refugio, alimento y otros.</p> <p>Compara y contrasta las características entre el día y la noche.</p> <p>Explica la importancia de mantener una buena salud para poder desarrollar una vida activa.</p> <p>Identifica acciones dirigidas a mantener una buena salud.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce que las diferentes partes de un sistema interactúan entre sí.</p> <p>Describe en forma oral y escrita de manera sencilla el proceso de la digestión.</p> <p>Explica la importancia de las adaptaciones de organismos para habitar un lugar determinado.</p> <p>Explica por medio oral y escrito, la importancia de mantener saludable el sistema digestivo.</p> <p>Enumera por escrito y localiza los diferentes componentes del sistema respiratorio, tales como: tráquea, bronquios y pulmones.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Describe y enumera las funciones de los músculos y los tendones.</p> <p>Explica de forma y por escrito la relación entre el sistema esquelético y el sistema muscular y la importancia de cada uno.</p> <p>Describe los movimientos de rotación y de traslación de los planetas del Sistema Solar.</p> <p>Describe diferentes formas de movimiento (línea recta, línea curva y movimiento combinado).</p>

6

		<p>Describe de forma oral y escrita de manera sencilla el funcionamiento del sistema respiratorio.</p> <p>Explica de forma oral y escrita la importancia de mantener saludable el sistema respiratorio.</p> <p>Menciona e ilustra los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Enumera por escrito y localiza los diferentes componentes del sistema digestivo.</p> <p>Identifica entre los diversos tipos de movimiento, tales como: rectilíneo y curvilíneo.</p> <p>Enumera y explica la función de la sangre y los componentes básicos de la misma (plasma, plaquetas, glóbulos).</p> <p>Enumera los tipos de sangre (A, B, AB y O) y explica la importancia de donar sangre.</p>	<p>Diferencia entre objetos, de acuerdo con su capacidad de reflexión y transmisión de la luz, por ejemplo: espejos.</p> <p>Identifica y explica los eclipses solares y lunares.</p> <p>Ilustra y explica las fases de la Luna.</p>
--	--	---	---

7

**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K – 3**

LA ENERGÍA

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: El estudiante es capaz de inquirir sobre las manifestaciones, las formas, las transferencias, las transformaciones y la conservación de la energía.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica que el calor puede producir cambios en la materia (agua-hielo y agua-vapor.)</p> <p>Reconoce que los organismos vivos necesitan energía.</p> <p>Menciona entre lo que es alimento y lo que no es alimento.</p> <p>Menciona prácticas necesarias para crecer de forma saludable, tales como: dieta balanceada y saludable, realizar ejercicios y dormir ocho horas.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Distingue entre lo que es alimento y lo que no es alimento (Ej. pan, lápiz, roca, leche).</p> <p>Incorpora prácticas necesarias para crecer de forma saludable, tales como: una dieta balanceada y saludable, realizar ejercicio y dormir ocho horas en su vida diaria.</p> <p>Reconoce que los alimentos son una fuente de energía.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Expresa el significado de fuerza.</p> <p>Distingue entre empujar y halar un objeto.</p> <p>Explica oralmente cómo afecta una fuerza a un objeto.</p> <p>Agrupar los diferentes alimentos de acuerdo con su origen.</p> <p>Expresa en forma oral y escrita la importancia de los alimentos para los seres vivos.</p> <p>Distingue entre los alimentos que se recomienda consumir en el desayuno, almuerzo,</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Explica los conceptos: energía, fuerza y trabajo.</p> <p>Ilustra y explica los efectos de la fricción y la gravedad sobre los objetos.</p> <p>Explica de forma oral y escrita la importancia del Sol para los seres vivos.</p> <p>Explica en forma oral y por escrito la importancia de las adaptaciones de los organismos al ambiente en donde viven.</p> <p>Expresa en forma oral y por escrito la importancia de la luz.</p>

8

		<p>cena y meriendas.</p> <p>Reconoce la importancia de proteger los alimentos que consumimos.</p> <p>Conocer las diferentes formas básicas de conservar o preservar los alimentos.</p>	<p>Mencionar la diferencia entre la luz natural y la luz artificial.</p> <p>Identifica la vibración como una forma de movimiento.</p> <p>Explica en forma oral y por escrito la relación entre la vibración y la producción de sonido.</p> <p>Distingue la diferencia y semejanzas entre objetos transparentes, translúcidos y opacos.</p>
--	--	--	--

9

### Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K - 3**

#### LAS INTERACCIONES

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: El estudiante es capaz de identificar, describir y analizar la interacción entre la materia y la energía, entre los seres vivos y la de éstos con su ambiente. De igual forma, describirá la relación entre la fuerza y el movimiento, las interacciones básicas de la naturaleza y el continuo cambio en la superficie de la Tierra.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Expresa en forma oral el respeto hacia los seres vivos.</p> <p>Reconoce que los seres vivos cambian a través del tiempo.</p> <p>Reconoce que los objetos se mueven en diferentes direcciones.</p> <p>Identifica entre materiales que son atraídos y los que no son atraídos por los imanes.</p> <p>Reconoce prácticas de conservación ambiental, tales como: reúso y reciclaje.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Menciona en forma oral y enumera por escrito la importancia de los recursos naturales para los seres vivos.</p> <p>Describe los recursos naturales vivos y los no vivos.</p> <p>Identifica problemas ambientales, tales como: contaminación por desperdicios sólidos y contaminación en los cuerpos de agua.</p> <p>Explica el efecto de la contaminación en los recursos naturales.</p> <p>Identifica prácticas de conservación ambiental, tales como: reúso y reciclaje.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Enumera diferentes recursos naturales e identifica los mismos como hábitats de organismos terrestres y acuáticos.</p> <p>Expresa por escrito la importancia de los recursos naturales para los seres vivos.</p> <p>Menciona la importancia de los mapas y los puntos cardinales.</p> <p>Reconoce los diferentes tipos de contaminación (ruido, desperdicios sólidos) e identifica quiénes o qué la provocan.</p> <p>Menciona las adaptaciones de las plantas y los animales.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Expresa en forma oral y por escrito formas de conservar el agua, el aire y el suelo.</p> <p>Identifica los fenómenos atmosféricos, tales como: tormentas eléctricas, tormentas tropicales, huracanes y otros.</p> <p>Menciona y explica las características del Sol y la Luna.</p> <p>Describe y explica los efectos de los fenómenos atmosféricos.</p> <p>Menciona y explica la manera en que se propaga el sonido.</p>

10

<p>Identifica objetos o seres vivos, haciendo uso de un marco de referencias, tales como: delante, atrás, arriba, abajo, encima y debajo.</p>	<p>Describe en forma oral y escrita cómo nos afectan los cambios del tiempo.</p> <p>Localiza objetos o seres vivos, haciendo uso de un marco de referencia, tales como: delante, arriba y abajo.</p> <p>Reconoce los puntos cardinales.</p> <p>Ilustra los imanes, identificando sus polos.</p> <p>Descubre el comportamiento de los imanes.</p>	<p>Reconoce la necesidad de proteger los recursos naturales.</p> <p>Enumera algunos estímulos ambientales, tales como: la luz, el agua y la temperatura.</p> <p>Describe cómo reaccionan los organismos a estímulos.</p> <p>Describe los efectos de los organismos a los estímulos de la luz y el agua.</p> <p>Expresa el significado del movimiento.</p>	
---	--	---	--

11

## Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

### Programa de Ciencias

Nivel: K - 3

#### LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 6: El estudiante es capaz de identificar cambios, describir patrones de cambio y los factores que los producen; describir la conservación de algunas propiedades, la conservación de la masa y la energía y tomar decisiones que promuevan la conservación de las especies y el ambiente.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica el uso del termómetro para medir la temperatura.</p> <p>Reconoce el uso del reloj para medir el tiempo.</p> <p>Menciona en forma oral los estados del tiempo, tales como lluvioso, nublado, soleado y otros.</p> <p>Menciona cómo los cambios del tiempo afectan a los seres vivos.</p> <p>Menciona las formas en que las estaciones del año afectan a los seres vivos.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce que los seres vivos cambian a través del tiempo.</p> <p>Menciona de forma oral y escrita los diferentes estados del tiempo, tales como: lluvioso, nublado, soleado y otros.</p> <p>Describe en forma oral y escrita cómo los cambios del tiempo afectan a los seres vivos.</p> <p>Utiliza diferentes unidades de medida en los diferentes estados del tiempo.</p> <p>Menciona la forma en que las estaciones del año afectan a los seres vivos.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce que cada estado de la materia posee propiedades características, tales como: los sólidos tienen forma definida y los líquidos no tienen forma definida.</p> <p>Identifica por escrito los cambios en el estado de la materia, tales como: la forma, el color y el tamaño.</p> <p>Distingue entre diferentes paisajes del planeta Tierra, tales como: mares, ríos, montañas, desiertos y otros.</p> <p>Expresa por escrito de manera sencilla cómo los cambios en el paisaje afectan al ser humano.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Distingue entre los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Explica en forma oral y por escrito los cambios físicos que ocurren en la materia.</p> <p>Explica los conceptos: energía, fuerza y trabajo.</p> <p>Explica la relación del movimiento de rotación con la ocurrencia del día y la noche.</p> <p>Explica la relación del movimiento de traslación con las estaciones del año.</p>

12

	<p>Identifica comunidades, tales como: cerca del mar, cerca de la montaña y cerca de ríos.</p> <p>Menciona diferentes formas de conservar los recursos naturales.</p>	<p>Ilustra diferentes tipos de contaminación (ruido, desperdicios sólidos) e identifica quiénes o qué la provocan.</p> <p>Reconoce los diferentes instrumentos que se utilizan para medir los fenómenos atmosféricos.</p>	<p>Distingue la diferencia y/o semejanza entre el movimiento de rotación y el movimiento de traslación.</p> <p>Reconoce que el ruido es una forma de contaminación ambiental.</p> <p>Localiza las zonas climáticas de la Tierra e identifica las líneas imaginarias del Ecuador, los paralelos y los meridianos.</p> <p>Compara y contrasta los eventos naturales, tales como: volcanes, terremotos y maremotos.</p> <p>Localiza en un mapa o globo terráqueo las zonas climáticas de la Tierra e identifica las líneas imaginarias del Ecuador, los paralelos y los meridianos.</p>
--	---	---	--

13

## Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: K - 3**

LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 7: El estudiante es capaz de conocer, explicar y analizar la relación que existe entre la ciencia, la tecnología, los enfoques interdisciplinarios, la economía y la sociedad. De igual manera, conocerá el impacto de la ciencia, la economía y la tecnología sobre la sociedad y tomará decisiones sobre su responsabilidad ciudadana ante los avances científicos y tecnológicos.

KINDERGARTEN	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica y hace uso adecuado de las partes fundamentales de la computadora, tales como: teclado, monitor y ratón (mouse).</p> <p>Identifica algunas profesiones relacionadas con las ciencias donde se utilice la tecnología.</p> <p>Explica de forma sencilla los usos que se le da a la computadora en su casa, escuela y comunidad.</p> <p>Da ejemplos de cómo la computadora beneficia al ser humano en las tareas diarias.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Establece la importancia de las plantas y los animales para la sociedad.</p> <p>Identifica problemas ambientales, tales como: contaminación por desperdicios sólidos y contaminación en los cuerpos de agua.</p> <p>Reconoce prácticas de conservación ambiental, tales como: reúso y reciclaje.</p> <p>Identifica diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Menciona e ilustra los diferentes estados de la materia, tales como: sólido, líquido y gaseoso.</p> <p>Agrupar los objetos de acuerdo con el estado de la materia que exhiben.</p> <p>Reconoce que cada estado de la materia posee propiedades características, tales como: los sólidos tienen forma definida y los líquidos no tienen forma definida.</p> <p>Identifica por escrito los cambios en el estado de la materia, tales como: la forma, el color y el tamaño.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Define el concepto: magnetismo.</p> <p>Ilustra y explica los efectos de la fricción y la gravedad sobre los objetos.</p> <p>Explica la diferencia entre máquinas simples y máquinas complejas.</p> <p>Describe el funcionamiento de algunas máquinas simples y/o complejas.</p> <p>Identifica acciones que evitan la contaminación ambiental, tales como: reciclaje y reúso.</p>

14

<p>Reconoce la importancia de las plantas y los animales para la sociedad.</p>	<p>Reconoce la relación que existe entre la ciencia y la tecnología.</p>	<p>Enumera formas de hacer un uso correcto del agua, el aire y el suelo.</p> <p>Explica y reconoce la importancia de conservar los recursos naturales renovables y no renovables.</p> <p>Reconoce el impacto tecnológico y económico de la contaminación.</p> <p>Expresa por escrito de manera sencilla cómo los cambios en el paisaje afectan al ser humano.</p> <p>Ilustra diferentes tipos de contaminación (ruido, desperdicios sólidos) e identifica quiénes o qué la provocan.</p> <p>Ilustra ejemplos de cambios naturales en el paisaje y otros provocados por el ser humano.</p> <p>Reconoce que la tecnología simplifica y acelera los procesos científicos.</p>	<p>Expresa de forma oral y por escrito la importancia de hacer un buen uso de los recursos naturales y de no contaminar el ambiente.</p> <p>Utiliza materiales que se pueden reusar en la confección de objetos.</p> <p>Identifica los recursos naturales, tales como: suelo, agua, bosques y otros.</p> <p>Identifica diferentes comunidades y relieves característicos de Puerto Rico.</p> <p>Ilustra ejemplos de cambios naturales en el paisaje y otros provocados por el ser humano.</p>
--	--	--	---

15

## Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

### Programa de Ciencias

Nivel: 4 – 6

#### LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 1: El estudiante es capaz de conocer que la ciencia es de naturaleza dinámica, inquisitiva e integradora, por lo cual puede formular preguntas e hipótesis, diseñar experimentos, experimentar y recopilar datos para llegar a conclusiones, utilizando la metodología científica. De igual manera, es capaz de mostrar creatividad y colaboración en el trabajo de grupo, proveyendo para el desarrollo interpersonal e intrapersonal.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica problemas ambientales para realizar investigación.</p> <p>Diseña experimentos por medio de la utilización de la metodología científica, haciendo énfasis en la identificación, el control y la manipulación de las variables.</p> <p>Realiza investigaciones sencillas, recopila, analiza y comunica los datos.</p> <p>Elabora informes orales y escritos sobre sus investigaciones.</p> <p>Utiliza instrumentos de medición para obtener datos reproducibles y confiables.</p> <p>Muestra creatividad y colaboración en el trabajo científico.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Sugiere nuevos experimentos a partir de los resultados de investigaciones anteriores.</p> <p>Desarrolla el pensamiento científico y las destrezas de pensamiento, de análisis y de argumentación.</p> <p>Desarrolla y manifiesta los valores y las actitudes necesarias para llevar a cabo investigaciones independientes.</p> <p>Utiliza las matemáticas para analizar y comunicar sus resultados en forma efectiva por medio de gráficas, tablas y diagramas, entre otros.</p> <p>Reconoce que el conocimiento científico es cambiante y que se modifica, según surgen nuevos conocimientos.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Identificar problemas que afecten a los ecosistemas marinos de Puerto Rico.</p> <p>Diseña investigaciones científicas sobre los problemas ambientales que impacten los ecosistemas marinos de Puerto Rico.</p> <p>Reconoce la importancia del calor en los cambios químicos.</p> <p>Diferencia entre los buenos y malos conductores de calor.</p> <p>Explica las formas en que se transmite el calor.</p> <p>Expresa por escrito las relaciones que se desarrollan en cadenas y redes alimentarias.</p> <p>Explica la importancia de la luz en</p>

16

<p>Reconoce y acepta la responsabilidad individual por las actividades humanas y por su impacto en el medio ambiente.</p> <p>Desarrolla y aplica los procesos y las destrezas de la ciencia.</p> <p>Determina el volumen de los líquidos.</p> <p>Usa una balanza para determinar la masa de un objeto.</p> <p>Valora y muestra aprecio por el trabajo en equipo.</p> <p>Desarrolla buenas relaciones con sus compañeros en el trabajo colaborativo.</p> <p>Desarrolla el sentido de responsabilidad y puntualidad en el trabajo realizado.</p> <p>Diferencia entre cuerpos de agua contaminados y sin contaminar, describiendo maneras en que el ser humano puede solucionar los problemas de contaminación del agua.</p>	<p>Reconoce que la metodología científica ofrece unas herramientas para el desarrollo del pensamiento crítico y para la solución de problemas.</p> <p>Distingue entre las observaciones cualitativas y cuantitativas.</p> <p>Proporciona interpretaciones basadas en la prueba experimental que se recopila.</p> <p>Aplica el método científico en experiencias de investigación y explica oralmente el uso del método científico en la vida diaria.</p>	<p>nuestras vidas.</p> <p>Sugiere, diseña y realiza nuevos trabajos de investigación basado en las experiencias adquiridas en la sala de clase.</p>
---	--	---

17



**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: 4 - 6**

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 2: El estudiante es capaz de definir lo que son las estructuras, la composición y las propiedades de la materia; diferenciar entre materia viva y no viva y describir la interacción que ocurre entre los organismos vivos y el ambiente físico que les rodea, a través del intercambio de materia y energía. Además, descubre los niveles organizacionales de los sistemas biológicos.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica las estructuras y las funciones que distinguen a los seres vivos, de la materia inanimada.</p> <p>Define el concepto: adaptación.</p> <p>Reconoce que en los organismos existe una relación entre su estructura y su función.</p> <p>Menciona los diferentes tipos de rocas, tales como: ígneas, sedimentarias y metamórficas.</p> <p>Utiliza instrumentos y equipo científico para medir las propiedades de la materia, tales como: el volumen, la densidad, la longitud, la masa, la temperatura y la conductividad térmica.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Identifica las características principales de los animales invertebrados y de los animales vertebrados.</p> <p>Identifica las características principales de cada grupo de organismos invertebrados y de los organismos vertebrados y los clasifica.</p> <p>Diferencia entre plantas no vasculares y plantas vasculares.</p> <p>Distingue entre plantas vasculares sin semilla de las plantas vasculares con semilla.</p> <p>Explica la relación entre la energía, el movimiento y el trabajo.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Nombra las diferentes defensas del cuerpo humano, tales como: la piel y los glóbulos blancos.</p> <p>Explica el proceso de la respiración.</p> <p>Reconoce la célula como la estructura básica de los organismos vivos.</p> <p>Distingue entre las características heredadas y las adquiridas.</p> <p>Explica oralmente la importancia de los trabajos de Gregorio Mendel.</p> <p>Identifica los patrones de herencia de los experimentos de Gregorio Mendel.</p> <p>Diferencia entre ecosistemas terrestres (bosques) y ecosistemas acuáticos (ej.</p>

18

<p>Distingue entre las observaciones cualitativas y cuantitativas.</p> <p>Determina el volumen de los líquidos.</p> <p>Usa una balanza para determinar la masa de un objeto.</p> <p>Mide la temperatura de varios objetos.</p> <p>Reconoce la necesidad de determinar las propiedades físicas para describir la materia adecuadamente.</p> <p>Reconoce los diferentes cambios que pueden ocurrir en la materia.</p> <p>Identifica las propiedades físicas de la materia.</p> <p>Describe los procesos que conservan y los que cambian las propiedades de la materia.</p> <p>Describe las diferencias entre los seres vivos, los objetos y los materiales.</p> <p>Distingue entre factores abióticos (elementos no vivos) y bióticos (elementos vivos).</p> <p>Reconoce los diferentes tipos de relieve de Puerto Rico, tales como: montañas, colinas, llanos y mogotes.</p>	<p>Reconoce, explica y diferencia entre las propiedades físicas y químicas de la materia.</p> <p>Expresa la importancia de los cambios químicos.</p> <p>Define los conceptos: mezcla homogénea y heterogénea.</p> <p>Reconoce los diferentes métodos de separación de mezclas.</p> <p>Explica la diferencia entre el reino monera y reino protista y explica la importancia de los microorganismos en el ambiente.</p> <p>Enumera algunos usos que el ser humano da a los hongos y explica la función de algunos hongos en los ecosistemas.</p> <p>Observa y mide las propiedades de la materia al ocurrir cambios de estado y al combinar materiales para producir mezclas homogéneas y heterogéneas.</p>	<p>ríos-agua dulce/ arrecife de coral-agua salada).</p> <p>Reconoce la necesidad de proteger los ecosistemas.</p>
---	--	---

19

<p>Identifica la anatomía y fisiología de los sistemas esquelético y muscular y reconoce la importancia de protegerlos.</p> <p>Reconoce la diversidad de sistemas esqueléticos en los organismos.</p> <p>Identifica las distintas partes del oído y explica la importancia de la protección de este sentido.</p>		
--	--	--



**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**

**Nivel: 4 - 6**

**LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS**

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 3: El estudiante es capaz de conocer lo que son sistemas, sus interacciones, sus funciones y los componentes de los mismos. Asimismo, diseñará y construirá modelos y representará situaciones por medio de modelos físicos, utilizando recursos tecnológicos.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Identifica las partes y funciones del sistema esquelético y del sistema muscular.</p> <p>Reconoce y utiliza diferentes tipos de mapas, localizando puntos específicos.</p> <p>Reconoce los diferentes cuerpos de agua en Puerto Rico, tales como: ríos y lagunas.</p> <p>Describe los diferentes usos del agua, tales como: pesca, recreación, agricultura, uso doméstico y otros.</p> <p>Identifica las diferentes etapas del ciclo de formación de rocas, tales como: enfriamiento, deposición y compactación, entre otros.</p> <p>Reconoce la diferencia entre el clima y el tiempo.</p> <p>Identifica los principales climas del planeta</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Localiza la ubicación del planeta Tierra en el Sistema Solar.</p> <p>Identifica e ilustra los componentes del Sistema Solar.</p> <p>Explica las fases de la Luna.</p> <p>Diferencia entre eclipse lunar y el eclipse solar.</p> <p>Crea un modelo del Sistema Solar.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Describe la relación entre las células, los tejidos, los órganos y los sistemas de órganos.</p> <p>Distingue entre los diferentes órganos de los siguientes sistemas: digestivo, circulatorio, respiratorio, linfático, inmunológico y nervioso</p> <p>Explica por escrito el proceso de la digestión.</p> <p>Enumera las estructuras del sistema nervioso.</p> <p>Explica la diferencia entre los nervios sensoriales y los motores.</p> <p>Explica por escrito los movimientos involuntarios en el cuerpo.</p> <p>Distingue entre los diferentes órganos del</p>

21

<p>Tierra (tropical, templado y polar) y explica el tipo de clima de Puerto Rico.</p> <p>Explica la manera en que se comportan diferentes organismos durante los cambios de clima. Ejemplo: estivación e hibernación.</p> <p>Enumera oralmente y por escrito las diferentes capas de la atmósfera, tales como: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e ionosfera.</p> <p>Diferencia entre las diversas condiciones extremas del tiempo.</p> <p>Explica oralmente cómo se realizan los movimientos en el cuerpo humano.</p> <p>Reconoce las diferentes partes del oído y su función.</p> <p>Enumera los diferentes fenómenos naturales y sus efectos en los ecosistemas, tales como: volcanes, huracanes, tormentas y otros.</p>		<p>sistema respiratorio y explica su función.</p> <p>Enumera las enfermedades relacionadas al sistema respiratorio, tales como: cáncer del pulmón, bronquitis y otros.</p> <p>Identifica los diferentes ecosistemas acuáticos de Puerto Rico, tales como: ríos, humedales, lagos y lagunas.</p> <p>Menciona los componentes básicos de un ecosistema, tales como: suelo, temperatura, aire, agua, seres vivos.</p> <p>Expresa por escrito las relaciones que se desarrollan en cadenas y redes alimentarias.</p> <p>Reconoce las implicaciones del periodo de la adolescencia y reconoce los cambios corporales de ese periodo.</p> <p>Distingue entre los componentes del sistema reproductor femenino y del masculino.</p> <p>Explica por escrito en qué consisten las enfermedades sexualmente transmisibles.</p> <p>Enumera enfermedades causadas por agentes externos, tales como: sarampión, SIDA, rabia, entre otros y reconoce la necesidad de cuidarnos para evitar dichas enfermedades.</p>
---	--	---

22

**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: 4 – 6**

LA ENERGÍA

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: El estudiante es capaz de inquirir sobre las manifestaciones, las formas, las transferencias, las transformaciones y la conservación de la energía.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Nombra las características del estado de la materia.</p> <p>Reconoce que la energía es necesaria para producir cambios en las propiedades de la materia.</p> <p>Reconoce la relación entre la temperatura y los cambios de estado de la materia.</p> <p>Reconoce los procesos por medio de los cuales ocurren las transformaciones de energía.</p> <p>Reconoce los diferentes cambios que pueden ocurrir en la materia.</p> <p>Reconoce que algunos materiales conducen el calor mejor que otros.</p> <p>Reconoce que la energía solar que recibe la Tierra determina en gran medida, el clima y los patrones del tiempo.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Define el concepto de energía.</p> <p>Identifica los diferentes tipos de energía y da ejemplos.</p> <p>Explica la relación entre energía, el movimiento y el trabajo.</p> <p>Distingue entre los conceptos de rapidez y velocidad.</p> <p>Expresa la importancia de los cambios químicos.</p> <p>Reconoce la importancia del calor en los cambios químicos.</p> <p>Define los conceptos de máquinas simples y de máquinas compuestas.</p> <p>Distingue entre máquinas simples y máquinas compuestas.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Explica la interacción entre los factores bióticos y abióticos en los ecosistemas acuáticos.</p> <p>Explica oralmente el proceso de fotosíntesis en los organismos.</p> <p>Entiende los procesos de transferencias de energía entre diferentes organismos vivos.</p> <p>Inquieta sobre diferentes formas de energía: el calor, la luz, el movimiento, el sonido, la electricidad y el magnetismo.</p> <p>Reconoce que la luz es una forma de energía, tal como: el sol, el fuego y los relámpagos (formas naturales) y bombillas, semáforos y rayos láser (fuentes artificiales).</p> <p>Explica por escrito el proceso de la digestión.</p>

23

<p>Reconoce que algunos factores que afectan el tiempo y el clima son los patrones de los vientos, la temperatura, la formación de nubes y las zonas climáticas.</p> <p>Reconoce que la energía solar que recibe la Tierra determina en gran medida el clima y los patrones del tiempo.</p> <p>Enumera los diferentes fenómenos naturales y sus efectos en los ecosistemas, tales como: volcanes, huracanes, tormentas y otros.</p> <p>Reconoce lugares propensos a sufrir fenómenos naturales severos.</p>	<p>Reconoce que las máquinas nos permiten realizar tareas con menos esfuerzo.</p> <p>Evalúa la importancia de las máquinas para el ser humano.</p> <p>Diferencia entre las tres Leyes de Movimiento y ofrece ejemplos de acción de cada una de ellas.</p> <p>Diferencia entre movimiento rectilíneo y movimiento circular.</p>	<p>Enumera las enfermedades relacionadas al sistema digestivo, tales como: cáncer, úlceras y otras.</p> <p>Usa el termómetro para corroborar la temperatura.</p> <p>Identifica diferentes fuentes de energía renovables y no renovables.</p> <p>Explica cómo se manifiestan las diferentes formas de energía.</p> <p>Expresa la importancia de la Ley de Conservación de la Energía.</p> <p>Explica que las formas de energía proceden de distintas fuentes como el Sol, los alimentos, la gasolina y las baterías.</p> <p>Diferencia entre fuentes renovables y no renovables de energía.</p> <p>Diferencia entre los buenos y malos conductores de calor.</p> <p>Explica la relación entre electricidad y el magnetismo.</p> <p>Expresa por escrito las relaciones que se desarrollan en cadenas y redes alimentarias.</p> <p>Reconoce que en la cadena alimentaria el primer eslabón es un productor.</p>
---	--	--

24

		<p>Reconoce que en la cadena alimentaria el paso de la energía es unidireccional de un nivel al próximo.</p> <p>Desarrolla conciencia acerca de que los abastos energéticos son limitados y que es tarea de todos utilizarlos sabiamente, así como utilizar fuentes alternas de energía, tales como: la solar, la eólica, la hidráulica y la geotérmica.</p>
--	--	--

**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: 4 – 6**

LAS INTERACCIONES

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: El estudiante es capaz de identificar, describir y analizar la interacción entre la materia y la energía, entre los seres vivos y la de éstos con su ambiente. De igual forma, describirá la relación entre la fuerza y el movimiento, las interacciones básicas de la naturaleza y el continuo cambio en la superficie de la Tierra.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce y explica diferentes ejemplos de reproducción asexual en las plantas.</p> <p>Describe la reproducción sexual en las plantas y la importancia de la flor como órgano reproductor.</p> <p>Reconoce que los seres vivos poseen mecanismos de adaptación que les permiten responder a los factores ambientales y a los cambios que ocurren en el ambiente.</p> <p>Reconoce diferentes adaptaciones en varios organismos, tanto en plantas (dispersión por aire, agua y animales), como en animales (escamas, pelaje y plumas) y enumera las ventajas de las adaptaciones.</p> <p>Nombra los componentes del suelo, rocas y minerales, descomposición de plantas y</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Explica la evolución de las plantas.</p> <p>Diferencia entre plantas no vasculares y plantas vasculares.</p> <p>Distingue entre plantas vasculares sin semilla y plantas vasculares con semilla.</p> <p>Identifica los diferentes tipos de fuerza.</p> <p>Explica la relación entre la energía, el movimiento y el trabajo.</p> <p>Define los conceptos de máquinas simples y de máquinas compuestas.</p> <p>Distingue entre máquinas simples y máquinas compuestas.</p> <p>Evalúa la importancia de las máquinas para el ser humano.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Define el concepto de selección natural y adaptación.</p> <p>Explica cómo evolucionan los organismos.</p> <p>Explica por escrito los conceptos adaptación y evolución.</p> <p>Diferencia entre recursos naturales renovables y no renovables.</p> <p>Explica la relación entre la electricidad y el magnetismo.</p> <p>Explica cómo se manifiestan las diferentes formas de energía.</p> <p>Compara y contrasta los efectos de los fenómenos naturales en los ecosistemas.</p> <p>Explica el movimiento de las placas tectónicas y las consecuencias.</p>

26

<p>animales y reconoce la importancia de proteger los mismos.</p> <p>Identifica las formaciones terrestres producidas por los procesos naturales en el planeta.</p> <p>Reconoce los diferentes tipos de relieve de Puerto Rico, tales como: montañas, colinas, llanos y mogotes.</p> <p>Diferencia entre los cambios naturales del relieve y aquéllos que son causados por el ser humano.</p> <p>Inquieta sobre las formas de cómo el ser humano puede solucionar problemas que afectan el medio ambiente.</p> <p>Utiliza instrumentos como reglas, termómetros, brújulas y balanzas, para investigar las propiedades de algunas interacciones.</p> <p>Identifica los efectos nocivos que el ser humano provoca en el relieve.</p> <p>Reconoce lugares propensos a sufrir fenómenos naturales severos.</p>	<p>Expresa la importancia de los cambios químicos.</p> <p>Reconoce la diversidad de organismos y la importancia de cada uno en el ecosistema.</p> <p>Aplica el método científico en experiencias de investigación y explica oralmente el uso del método científico en la vida diaria.</p>	<p>Identifica acciones que ayuden a evitar la contaminación en los ecosistemas acuáticos, tales como: evitar las escorrentías de los terrenos agrícolas, remoción de la vegetación acuática, aeración de las aguas, entre otros.</p> <p>Expresa el impacto de la extinción de las especies en un ecosistema.</p>
--	---	--

27

**Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado**

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: 4 - 6**

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 6: El estudiante es capaz de identificar cambios, describir patrones de cambio y los factores que los producen, describir la conservación de algunas propiedades, la conservación de la masa y la energía y tomar decisiones que promuevan la conservación de las especies y el ambiente.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Enumera diferentes desperdicios sólidos, tales como: vidrio y cartón, entre otros.</p> <p>Reconoce que los cambios físicos no cambian la naturaleza de la materia.</p> <p>Identifica el tipo de cambio por el cual se afecta la naturaleza de la materia.</p> <p>Reconoce los diferentes cambios que pueden ocurrir en la materia.</p> <p>Reconoce los patrones de tiempo y sus efectos sobre el ambiente.</p> <p>Reconoce que hay procesos y cambios cíclicos en la naturaleza.</p> <p>Reconoce que algunos cambios en la superficie terrestre ocurren rápidamente y otros lentamente.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Expresa la importancia de los cambios químicos.</p> <p>Reconoce las propiedades físicas de la materia.</p> <p>Explica la evolución de las plantas.</p> <p>Identifica el tipo de cambio por el cual se afecta la naturaleza de la materia.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Entiende los procesos de transferencias de energía entre diferentes organismos vivos.</p> <p>Describe los cambios que sufren los organismos vivos en el ambiente a través del tiempo.</p> <p>Enumera los diferentes fenómenos naturales y sus efectos en los ecosistemas, tales como: volcanes, huracanes, tormentas y otros.</p> <p>Compara y contrasta los efectos de los fenómenos naturales en los ecosistemas.</p> <p>Explica el movimiento de las placas tectónicas y las consecuencias.</p> <p>Identifica los diferentes ecosistemas acuáticos de Puerto Rico, tales como: ríos, humedales, lagos y lagunas.</p>

28

<p>Distingue los fenómenos naturales que provocan cambios en los organismos y en su medio ambiente.</p> <p>Explica la manera en que se comportan diferentes organismos durante los cambios de clima. Ejemplo: estivación e hibernación.</p> <p>Distingue entre factores abióticos (elementos no vivos) y bióticos (elementos vivos).</p> <p>Reconoce que el mundo del trabajo es cambiante, ya que responde a las necesidades de la sociedad.</p>	<p>Menciona varias alternativas para la conservación de los diferentes ecosistemas acuáticos de Puerto Rico.</p> <p>Explica la interacción entre los factores bióticos y abióticos en los ecosistemas acuáticos e identifica los diferentes contaminantes, tales como: desperdicios sólidos y aceite.</p> <p>Identifica acciones que ayuden a evitar la contaminación de los ecosistemas acuáticos, tales como: la escorrentía de los terrenos agrícolas, remoción de la vegetación acuática y aereación de las aguas, entre otros.</p> <p>Describe las características de los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema y sus interrelaciones e identifica lo que cambia y lo que se conserva.</p>
---	---

29

### Expectativas Generales de Aprendizaje por Grado

**Programa de Ciencias**  
**Nivel: 4 - 6**

LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 7: El estudiante es capaz de conocer, explicar y analizar la relación que existe entre la ciencia, la tecnología, los enfoques interdisciplinarios, la economía y la sociedad. De igual manera, conocerá el impacto de la ciencia, la economía y la tecnología sobre la sociedad y tomará decisiones sobre su responsabilidad ciudadana ante los avances científicos y tecnológicos.

CUARTO GRADO	QUINTO GRADO	SEXTO GRADO
<p>El estudiante:</p> <p>Utiliza el conocimiento científico para explicar el mundo físico que nos rodea.</p> <p>Reconoce que la tecnología es la aplicación del conocimiento científico con el propósito de mejorar la calidad de vida.</p> <p>Identifica situaciones que demuestran el impacto del uso de la tecnología y del quehacer científico en la sociedad y en la economía.</p> <p>Reconoce las formas en que el ser humano afecta su medio ambiente.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Aplica el método científico en experiencias de investigación y explica oralmente el uso del método científico en la vida diaria.</p> <p>Evalúa el impacto de la tecnología en el desarrollo de la ciencia.</p> <p>Explica oralmente el desarrollo de la ciencia y reconoce las diversas ramas de la ciencia.</p> <p>Identifica situaciones que demuestran el impacto del uso de la tecnología y del quehacer científico en la sociedad y en la economía.</p> <p>Conoce cómo el desarrollo tecnológico afecta el conocimiento científico.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Reconoce cómo el impacto del ser humano en el ambiente contribuye en la extinción de las especies.</p> <p>Reconoce que los procesos de adaptación y evolución de las especies puede ser alterado por la intervención inadecuada del ser humano.</p> <p>Relaciona el concepto de evolución de los organismos con las transformaciones aceleradas de los ambientes, debido al impacto del ser humano a los ecosistemas.</p> <p>Reconoce que la tecnología beneficia al ser humano al facilitar la realización de diversas acciones.</p>

30

<p>Diferencia entre cuerpos de agua contaminados y sin contaminar, describiendo maneras en que el ser humano pueda solucionar los problemas de contaminación del agua.</p> <p>Identifica los efectos nocivos que el ser humano provoca en el relieve.</p> <p>Explica los problemas que causan los desperdicios sólidos en Puerto Rico, tales como: contaminación de los suelos y del agua.</p> <p>Identifica las formas en que el ser humano puede ayudar a mantener el ambiente en buen estado.</p> <p>Explica de forma oral y escrita la importancia de reciclar, reusar y reducir la mayor cantidad de materiales posibles.</p> <p>Utiliza la tecnología para obtener y comunicar información del mundo que nos rodea.</p>	<p>Reconoce que la tecnología beneficia al ser humano al brindar diversos adelantos, tales como: lentes cóncavos y convexos y lentes para corregir problemas visuales.</p> <p>Reconoce sus habilidades, destrezas y capacidades.</p> <p>Identifica sus intereses vocacionales o profesionales.</p> <p>Visita diferentes lugares de trabajo.</p>	
---	---	--

31

## **APPENDIX E: NATURAL HISTORY OF SANTA ANA**

(Written by Dr. Frank Wadsworth)

# **LA HISTORIA NATURAL DE SANTA ANA BORRADOR**

**GUÍA PARA LOS NATURALISTAS**

## **CONTENIDO**

**LA HISTORIA DE SANTA ANA  
EL CLIMA DE SANTA ANA  
LA GEOLOGÍA DE SANTA ANA  
LOS SUELOS DE SANTA ANA  
EL AGUA DE SANTA ANA  
LOS BOSQUES DE SANTA ANA  
LAS AVES DE SANTA ANA  
LOS ANFIBIOS Y REPTILES DE SANTA ANA  
LOS INSECTOS Y ARTROPODOS DE SANTA ANA  
LOS ECOSISTEMAS DE SANTA ANA  
LA CONSERVACIÓN DE SANTA ANA**

## **LA HISTORIA DE SANTA ANA**

### **INFORMACIÓN BÁSICA**

El bosque de Santa Ana dominado por especies de árboles que exigen luz del sol, es evidente que en un tiempo fue deforestado. Como esto, en el pasado, era ardua se supone que el motivo era para preparar el sitio para la agricultura. El suelo inicial era capaz de producir maíz y frutos menores. Por cuanto tiempo se cultivó el suelo es cuestionable

Al adquirir la propiedad el Ejercito Norteamérica es evidente que o ya se había reforestado o el Ejercito lo permitió. Como una reserva de municiones es obvio que era mejor cubierto con bosque para esconderlo desde el aire. Con esta suposición el bosque tendría por lo menos 60 años. El tamaño de los árboles mayores confirma esto.

### **OBSERVACIONES OFRECIDAS**

Los árboles mayores son testigos de la historia y la edad del bosque – palmas altas, tulipanes gruesas

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Qué evidencia se busca para determinar la historia?

¿Cuáles son los árboles que prueban que fue deforestado en el pasado?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Determinar y describir la historia de Santa Ana

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Conocer mejor y preservar evidencia de nuestros antecesores

Acumular una colección de reliquias del pasado

### **EL CLIMA DE SANTA ANA**

#### INFORMACIÓN BÁSICA

El tiempo es producido por el movimiento continuo del aire. El viento es resultado de diferencias de temperatura y peso del aire en diferentes sitios. El aire caliente tiene menor presión que el frío y como pesa menos tiende a subir, produciendo viento del aire frío al entrar por debajo.

Hay un efecto de la rotación del planeta. En la zona tropical hay vientos desde el este hacia el oeste. Al norte del ecuador, en la zona de Puerto Rico, los vientos prevalecientes, conocidos como “los vientos alisios”, son del noreste.

Ver ilustración – Vientos Globales

Las condiciones de tiempo más serias en Puerto Rico son tormentas con truenos, inundaciones, tornados, huracanes y trombas marinas

Las tormentas con truenos y rayos pueden matar gente. Durante una tormenta, uno no debe quedarse expuesto en campo abierto o debajo de árboles altos. Es mejor buscar un sitio bajo para protegerse. No use y aléjese de mochilas con marcos metálicos. No use teléfonos y aléjese de estufas y otras concentraciones de metal.

Las inundaciones que produce el tiempo también son peligrosas. En Puerto Rico esto sucede frecuentemente, cuando llueve por tiempo prolongado y satura el terreno. Se pueden producir en ríos lejos de la lluvia. Durante una inundación, no entre al agua sin saber su profundidad.

Los tornados no son comunes en Puerto Rico, pero acompañan a los huracanes. Son columnas de aire con una rotación muy rápida. Sus efectos son locales pero intensos.



El daño resulta mayormente por objetos volando. Este peligro es el mejor argumento para no salir afuera o usar un vehículo durante un huracán.

Los huracanes son el fenómeno del tiempo más peligroso en Puerto Rico. Llegan a ser áreas de vientos circulares de cientos de millas de diámetro. Se forman debido al calor del mar. El origen de los que pasan por Puerto Rico es el sur del Océano Atlántico y se mueven del sureste hacia el noroeste. Sus vientos pueden exceder las 200 millas por hora. La rotación del viento es en contra del reloj. La dirección del viento en cualquier sitio depende de la posición relativa del huracán, y cambia al pasar. En el centro hay un área sin nubes ni viento. Lo sigue la parte posterior del huracán que puede soplar tanto como la primera parte. Como se sabe cuáles son los meses más probables, es posible prepararse para ellos. La preparación incluye el tener linternas con buenas baterías, materiales para primeros auxilios, ventanas que cierren bien, la protección de cualquier propiedad expuesta y alimento y agua sellados. Al recibir un aviso de huracán, si estás acampando muévete a un sitio seguro.

Las trombas marinas son como tornados, un área de viento circular, pero empiezan sobre el agua y levantan una columna de agua al aire. Debido a su localización sobre los mares, muchos ni se notan. Sin embargo, si se encuentran cerca de la costa pueden entrar y hacer daño sobre el terreno. La única precaución es, al ver una, notificar la gente cerca y de buscar protección personal.

El aire que se queda en un sitio por un tiempo se llama una masa. Allí obtiene las características (temperatura y humedad) del terreno o agua debajo de la masa. En el centro de la masa la presión es alta. En las orillas es baja, una fuerza que mueva la masa. Al moverse, encuentra otra masa de aire con características diferentes. Debido a esto, entre ellas se forma lo que se llama un “frente”. La severidad del tiempo local es producto de los frentes.

Cuando una masa fría confronta una caliente, el frente se llama “frío”. El aire frío es más denso que el caliente y por lo tanto entra debajo del aire caliente, elevándolo. El aire caliente, al subir, se enfría y su humedad se condensa en nubes y puede producir lluvia. La fricción con la tierra puede retener el aire frío y un frente casi vertical al frente, entre las masas.

Las masas de aire caliente se forman sobre los mares tropicales y al confrontar una masa fría forman un frente caliente. Allí el aire caliente sube sobre el frío. Al subir, igual que en el caso de los frentes fríos, la humedad del aire caliente se condensa en nubes y produce lluvia.

Ver Ilustración – Contacto de Frentes

De noche, la isla de Puerto Rico se enfría más rápido que el mar y su aire pesado sale hacia el mar: la “brisa de tierra”. De día, Puerto Rico se calienta más rápido que el mar y su aire caliente, liviano, sube, y entra el aire del mar: la “brisa del mar.”

La lluvia tiene su origen principal en la evaporación de los océanos y el aire húmedo (pero sin el salitre) que sube. Este aire pasa por encima de la tierra más caliente, sube, y al enfriarse produce nubes y lluvia. El agua que cae en la tierra y a pesar de su uso por nosotros vuelve mayormente a los mares por los ríos. Una porción menor sube al aire por los procesos de evaporación y transpiración de las plantas. Esto es el ciclo de agua.

Ver ilustración – Ciclo de Agua, Pluviómetro

Los relámpagos surgen cuando masas de aire caliente suben y producen lluvia de gotas grandes. Durante este proceso las cargas positivas y negativas se acumulan en diferentes partes de las nubes. Las cargas opuestas se acumulan en la tierra debajo de las nubes. Al llegar estas cargas a un nivel adecuado para saltar entre dos sitios, ocurre un relámpago. La mayoría de los relámpagos ocurren dentro las nubes sin tocar tierra. El sonido del trueno se escapa a como 1,000 pies por segundo, cosa que permite estimar la distancia del relámpago.

La caída de granizo no es común en Puerto Rico y se ve mejor en la altura. El granizo se forma durante tormentas violentas donde el aire sube y baja repetidas veces. Si el viento hacía arriba es lo suficientemente frío como para congelarse mientras el agua de gotas se añade a su tamaño, eventualmente su peso es tal que cae a tierra como bolas de hielo. Estas tienen anillos internos como evidencia de su crecimiento.

La presión alta del aire se asocia con “buen tiempo” (poca lluvia), mientras que la presión baja trae tormentas. El tiempo es más inestable donde masas de alta y baja presión están adyacentes.

Ver ilustración – Mapa de Presiones Atmosféricas

Antes de observar las nubes es de interés de localizar nuestro satélite, la luna en el cielo. Es visible casi todos los días sin nubosidad excesiva. La luna tarda 29 noches en darle la vuelta a la tierra. Da la impresión de moverse de oeste hacia el este, contrario a las estrellas, como se ve más atrás relativo a las estrellas cada noche.

La luna no tiene luz propia, sólo el reflejo del sol y de la Tierra. Por esto, durante sus viajes alrededor de la Tierra cambia su forma. Cuando la luna está alineada con el sol, casi no la vemos, sólo un creciente flaco, “la luna nueva”. En cambio, cuando está opuesta al sol vemos la cara completa, la “luna llena”. Los cuartos crecientes y menguantes son intermedios, iluminados solo hacia el sol. A veces, durante las fases parciales, la parte no iluminada directamente por el sol se ve debido al reflejo del sol sobre la Tierra. Los agricultores en Puerto Rico y en gran parte del mundo, basado en creencias sin prueba científica, hacen ciertas actividades, como la siembra, y el corte de madera solamente durante ciertas fases de la luna.

La órbita de la luna se mueve suficientemente para alinearse de cuando en cuando perfectamente con el sol y la Tierra, causando eclipses. Cuando la luna pasa entre la Tierra y el sol vemos un eclipse de sol. Cuando la Tierra pasa entre el sol y la luna hay un eclipse de la luna.

Las posiciones de la luna y el sol dictan las alturas de las mareas. Son más altas en tiempo de luna nueva y luna llena, cuando la luna está al mismo lado de la Tierra o en el lado opuesto.

Ver ilustración – Fases y eclipses de la luna

A una altura de 20,000 pies las nubes se llaman “cirrus”, y están compuestas enteramente de hielo. En grupos se llaman “cirro cumula”. En un estrato plano se llaman “cirro strata”.

Entre 10,000 y 20,000 pies de altura las nubes tienen nombres que comienzan con “alto.” Hay “alto cumula” y “alto strata”. Esta última puede cubrir casi todo el cielo. A veces el sol se ve sobre estas nubes.

A una elevación de menos de 10,000 pies las nubes stratas son uniformes. Las nubes cúmulos, planas por debajo y redondas encima, son indicadores de tiempo soleado. Las nubes cúmulos pueden desarrollar profundidad, subiendo hasta 50,000 pies como nubes cumulo nimbos, planas encima e indicadores de lluvia. Otra nube, strato cúmulo, es más amplia, pero plana debajo y redonda arriba.

Ver ilustración - Nubes

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

La lluvia ácida es producto de contaminación del aire por industrias y automóviles. El agua del aire, con los contaminantes, forma ácidos débiles. Éstos pueden matar peces en los lagos.

La quema de madera con la deforestación añade bióxido de carbono al aire y produce el efecto del invernadero, porque debajo de un estrato de bióxido de carbono no se escapa el calor solar de la tierra. Esto podría derretir el hielo de los polos de la tierra y subir el nivel del los mares.

Otros contaminantes del aire son los solventes usados en latas de presión como aerosoles. Estos, clorofluorocarbonos (CFC) pueden reducir la densidad del estrato de ozono que protege al mundo del los rayos ultravioletas del sol. Esto podría

La meteorología es el estudio de la atmósfera y el tiempo. El tiempo afecta casi todas las actividades humanas. A los agricultores puede producir o arruinar una cosecha y las predicciones del tiempo pueden reducir las pérdidas. En los mares, afecta la seguridad de los barcos. Es clave para los planes de los aviadores. El

tiempo desagradable puede paralizar las actividades al aire libre. Las predicciones del tiempo permiten el provecho del tiempo bueno. En caso de huracanes, su predicción reduce la pérdida de vidas.

Las predicciones de huracanes o tormentas tropicales del Servicio Nacional del Tiempo son tres: “advertencias, vigilancias, y avisos.” Una advertencia indica que se espera un deterioro en las condiciones del tiempo. Esto es para permitir cambios en los planes acordados.

Una vigilancia es más seria, indicando que las condiciones son favorables para el desarrollo de tiempo peligroso en las próximas 24 a 48 horas.

Un aviso es más serio todavía, al indicar que las condiciones peligrosas ya están en ruta a su localidad y se espera que azoten dentro de las próximas 24 horas.

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Conocer la luna y sus fases

Identificación de las distintas nubes

Conocer los instrumentos para medir el tiempo

Ver la temperatura relativa durante el día

Ver los efectos de las nubes en la temperatura

Ver la temperatura relativa dentro y afuera del bosque

Ver la temperatura relativa del aire y del suelo

Ver la temperatura relativa del aire y del agua

Ver el viento relativo dentro y afuera del bosque

Ver el viento relativo al fondo y encima de un mogote

Vea el efecto del invernadero

Dobla cartón para formar dos cajas sin tapas de tamaño para acomodar un termómetro. Pon el termómetro en cada caja y tapa una con plástico claro amarrado con cinta. Pon las dos en la tierra en sombra parcial debajo de un árbol. Compara las temperaturas por 3 minutos. El plástico no permite el escape del calor, igual que hace la banda de bióxido de carbón en la atmósfera que rodea la Tierra. Esto tiende a elevar la temperatura del planeta.

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Por qué son más largos los días de verano?

¿Por qué siempre vemos el mismo lado de la luna?

¿Por qué hay fases de la luna?

¿Qué es un eclipse?

¿Por qué el cielo es azul?

¿Por qué hay viento?

¿Por qué viene el viento del este?

¿De dónde vienen los huracanes?

¿De qué son las nubes?

¿Qué es el efecto del invernadero?

¿Qué es el ciclo del agua?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

La temperatura relativa del agua, día y noche  
La temperatura relativa, Santa Ana y San Juan  
El viento relativo día y noche  
La humedad relativa día y noche  
Comparar datos de temperatura de distintos días  
Determinar partículas en el aire dentro y afuera del bosque

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Diseño de casas y plantas para capturar el viento y proveer sombra para reducir temperatura. Pintura de techos blanco. Reducir contaminación del aire con árboles. Uso del calor solar para calentar agua y el viento para generar electricidad. Conservación de agua de lluvia para su uso.

## LA GEOLOGÍA DE SANTA ANA

#### INFORMACIÓN BÁSICA

Puerto Rico es de origen volcánico. Al presente, Puerto Rico no es una isla volcánica ya que la actividad volcánica cesó hace millones de años. Geológicamente se puede dividir a Puerto Rico en dos unidades: “el complejo viejo” y “las series jóvenes”. El complejo viejo es la parte interior del país, en las montañas, donde se encuentran rocas volcánicas. Las series jóvenes consisten de las calizas del Terciario Medio que ocurren en partes del norte y sur de la isla. Santa Ana está dentro de estas series jóvenes.

#### Ver Ilustración - Provincias

En el periodo Cretáceo, hace como 90 millones de años, la acción volcánica violenta produjo tierra sobre el mar desde La Española hasta las Islas Vírgenes. Tres centros volcánicos existían cerca de donde hoy están Luquillo–Naguabo, Utuado–Adjuntas y Rincón–Aguada. Después hubo un periodo largo sin actividad volcánica y la erosión redujo el terreno a una planicie.

En el Período Eoceno, la primera parte del Terciario de la Era Cenozoica, hace 40 a 50 millones de años, la isla surgió del mar llegando a una altura de 6,000 pies más que hoy. Reliquias de este periodo quedan en ciertos géneros de plantas de la zona templada que persisten en las montañas. Este periodo culminó con un cataclismo geológico, la Revolución Antillana. Las fuerzas de compresión desarrolladas en la Tierra formaron las montañas del interior. Se levantaron muchas rocas del interior. Luego, otro período largo de estabilidad redujo la topografía de una topografía accidentada a una casi llana.

Una montaña puede ser definida como una masa de terreno aislado que está levantada sobre el área que la rodea.

Una montaña generalmente empieza por deposición de sedimentos sobre el área. Después el área se levanta debido a presión lateral causada por movimientos de las placas tectónicas debajo del mar. Esto produjo las cordilleras de las Antillas Mayores, incluso Puerto Rico. La tercera etapa es el efecto del tiempo y la erosión al fragmentar la superficie en el patrón que vemos hoy. El término utilizado para el origen de la formación de las montañas es “orogénesis”, del griego. Oro significa montaña y génesis significa origen.

Ver ilustración - Placas

En la Época Oligocena del Periodo Terciario, Puerto Rico se hundió parcialmente. Entre el Oligoceno y el Mioceno del Terciario Medio, hace 20 a 32 millones de años, hubo una serie de inmersiones y emersiones, separadas por periodos de estabilidad. Esto explica las tres formaciones calizas en la costa sur y seis en la costa norte. Los periodos intermitentes de inmersión y emersión explican los distintos niveles de erosión en los mogotes de Puerto Rico.

Ver ilustración – Mogote

La roca de Santa Ana es mayormente de la Caliza Aguada con una presencia menor de la Caliza Aymamón en el tope de las crestas. Estas dos calizas son del Oligoceno del Periodo Terciario. Las dos calizas son parecidas aunque la Aymamón es mas pura con hasta un 98% de carbonato de calcio. La Aguada suele tener algo de arcilla y limo (material no calizo). Ambas incluyen fósiles de alga, corales, moluscos, y foraminífera. La Aymamón contiene, sin embargo más corales. La roca de las taludes es blanda y encima de los mogotes es muy dura, especialmente por el lado hacia el viento prevaleciente. El agua de lluvia penetra el tope del mogote, disuelve caliza y entonces el agua se evapora, dejando un pavimento duro de caliza (carbonato de calcio) en la superficie. El agua ácida disuelva la caliza más que el agua pura.

A fines del Terciario o al principio del Cuaternario, hace como un millón de años, surge de nuevo Puerto Rico. Esto separó La Española, Culebra, Vieques y Santa Cruz, de Puerto Rico. Se elevaron los “valles” de Ciales, Lajas, Culebrinas y Guanajibo.

En el centro del planeta la temperatura es tan alta que se derriten las piedras, y al cambiar ellas de sólido a líquido se expanden. Normalmente esta expansión se acomoda bajo la superficie de la tierra y la roca derretida (magma) se enfría de nuevo. Donde hay grietas hasta la superficie, puede subir el magma y correr o, debido a los gases formados, explotar con la salida de magma (lava) sobre la superficie de la tierra formando un volcán.

Hay montañas en Puerto Rico en forma de conos, resultados de erupciones volcánicas. La Cordillera Central de Puerto Rico no subió por volcanismo, sino por presiones laterales de las placas tectónicas bajo el mar. Estas placas pueden introducirse una debajo de otras, provocando la elevación de la superficie de las montañas. Este proceso puede durar millones de años.

Los mogotes en el norte de Puerto Rico son acumulaciones de depósitos de la cal de animales marinos cuando esa área estaba bajo el mar. Ya que la Isla ha subido mucho por encima del agua, parecen montañas. Puerto Rico subió hasta una elevación de 11,000 pies.

Una roca es material inorgánico que ocurre naturalmente, sólido y compuesto de minerales. Hay tres clases básicas de rocas: ígnea, sedimentaria y metamórfica.

Las rocas ígneas se forman por enfriamiento de magma (roca derretida del centro de la Tierra). Fueron las primeras rocas en formarse y todavía se están formando. El magma que llega a la superficie de la Tierra antes de enfriar produce rocas ígneas extrusivas (que se enfrían rápidamente sobre la superficie terráquea). Donde el magma se enfría sin llegar a la superficie, las rocas son intrusivas - que se enfrían lentamente en el interior de la corteza de la tierra.

Las rocas ígneas extrusivas más extensas en Puerto Rico son basalto y tofa volcánica. El basalto es lava y el tufo es roca que se consolidó después de estar sobre la superficie de la Tierra. La roca intrusiva más extensa de Puerto Rico es la roca granítica. Abunda en el sureste de la isla y en la parte central.

Al enfriar el magma se forman minerales y cristales. Si esto sucede dentro de la Tierra, sin exposición, los granos de minerales y cristales crecen grandes. Donde el enfriamiento es más rápido, como ocurre en la superficie, los cristales son pequeños. La diferencia en las rocas se llama "textura".

Hay dos clases de rocas ígneas basadas en su composición química. La clase que contiene mucho cuarzo y feldespato se llaman rocas "silícicas" (incluye granito). La otra clase, compuesta mayormente de hierro y magnesio, se llama "mafic" e incluye las rocas basálticas comunes en las montañas de Puerto Rico.

Las rocas sedimentarias vienen de sedimentos depositados que se consolidan. La consolidación puede resultar del paso de agua durante periodos largos o por la presión del peso al acumularse unas encima de otras. Un ejemplo de la piedra arenisca son las dunas consolidadas al sur de Juana Díaz.

El Centro de Santa Ana está localizado sobre un área de rocas sedimentarias, como la caliza que se compone de carbonato de calcio derivado de una acumulación de conchas de la vida marina cuando el área estuvo bajo el mar. Las clases de rocas sedimentarias se nombran a base de su contenido químico.

Las rocas metamórficas se han modificado tanto que su estructura original se ha destruido o su carácter mineral o composición ha sufrido cambios significativos debidos al calor o presión. Este proceso produce capas visibles distorsionadas a 90 grados por la

presión. Dos tipos de rocas metamórficas son pizarra, derivada del fango y mármol, que es calcáreo y utilizado por su belleza.

Un mineral es una sustancia (1) de ocurrencia natural con una estructura interna fija que queda determinada por el arreglo de los átomos o iones que la componen y (2) que tiene una composición química y propiedades físicas constantes o que varían dentro de un margen muy estrecho o limitado.

La dureza ayuda a identificar los minerales y cómo ellos difieren unos de otros. Esta dureza se determina raspando un mineral contra otro. El mineralogista F. Mohs estableció una escala sencilla de dureza relativa. Es imperfecta, pero es como sigue: 1 – talco; 2 – yeso; 3 – calcita; 4 – fluorita; 5 – apatita; 6 – ortosa; 7 - cuarzo; 8 - topacio; 9 – corundón; 10 – diamante. El talco y el yeso apenas difieren pero el diamante es 140 veces más duro que el corundón.

Los minerales son los que forman las rocas. Para ser un mineral un material tiene que ser (1) sólido y heterogéneo, (2) de ocurrencia natural y cristalina, y (3) de propiedades físicas y químicas distintivas. Los minerales comunes incluyen cuarzo, calcita, yeso y feldespato. Se distinguen por su dureza, peso específico, color y banda, como se parte, lustre y forma cristalina.

La calcita está compuesta de carbonato cálcico. Ocurre en muchas rocas sedimentarias y metamórficas. Es el constituyente principal de la mayoría de las piedras calizas y del mármol. La calcita es típicamente incolora, blanca o amarillenta. La calcita estará en efervescencia en ácidos diluidos, disolviéndose parcialmente o completamente.

La roca caliza es sedimentaria. Contiene carbonato de calcio y magnesio. Se extraen para las fábricas de cemento. En la costa norte se caracteriza por los mogotes. Incluye fósiles de conchas marinas, moluscos, caracoles, dientes de tiburón, estrellas de mar y erizos.

El cuarzo es uno de los minerales de mayor extensión en Puerto Rico. El cuarzo puro es anhídrido silíceo ( $\text{SiO}_2$ ). Puede ser de varios colores, transparente u opaco. Las variedades cristalinas incluyen la amatista, el ágata y el jaspe.

El mármol y las piedras ornamentales de valor comercial existen en la zona montañosa de la isla. Incluyen el alabastro, verde antiguo, ágatas, calcedonias y jaspe.

El pedernal, sílice criptocristalina, tiene fractura marcadamente concoidal y se rompe dejando bordes cortantes. Fue muy usado por el hombre prehistórico para tallarlo en forma de arpones, cinceles, hachas y puntas de flecha. El pedernal se empleaba para prender las mechas, al dar chispas cuando se golpea con un eslabón de acero.



La serpentina es un mineral de silicato de magnesio que se siente suave o grasoso al tacto. Tiene una fractura concoidea o astillosa. Es común cerca de Maricao. Cuando se descompone puede producir depósitos de valor comercial de níquel, cobalto, hierro y cromo.

Un fósil es el resto petrificado de algún animal o planta. La formación de un fósil es un proceso en que las partes duras de un organismo son preservadas al ser sustituidas por minerales como sílice, carbonato de calcio y otros minerales. Se requiere que los restos del organismo muerto sean cubiertos rápidamente por sedimentos y queden prácticamente sellados. En casos raros se pueden preservar las partes blandas del organismo. Predominan en rocas orgánicas. Pueden ser fragmentos de conchas, coral, hueso o plantas. Dondequiera que se encuentren fósiles de organismos marinos, es prueba de que la roca estuvo bajo el mar en el pasado. La edad de la roca se determina por el periodo de vida del animal o planta representado por el fósil.

Como hay fósiles en varias formaciones de rocas, su evidencia nos ha indicado qué formas vivían en distintos periodos históricos. Los fósiles son abundantes en tres periodos durante el último sexto del tiempo geológico, los periodos Paleozoico (345-435 millón de años), Mesozoico (65-345 millón de años) y Cenozoico (1-64 millón de años).

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

La geología es la ciencia de la tierra. Incluye los estudios que componen la tierra, los procesos que la cambiaron y la historia de lo que pasó. La civilización humana depende de los materiales naturales para su existencia. El estudio de la tierra, el mar y el aire, y el geólogo tiene que tener conocimiento de astronomía, el tiempo, botánica y zoología.

El valor de la geología para la civilización es la búsqueda de los minerales y agua para abastecernos de materia prima y energía. Le toca al geólogo encontrar más de lo que necesitamos con el mínimo de impacto negativo sobre el ambiente.

La fuente mayor de energía en los Estados Unidos es el carbón de piedra. Alcanza un 80% de los recursos de combustible fósil. Sin embargo, produce solamente 18 por ciento de la energía. La explicación es que el carbón es costoso de transportar y gran parte es lignito, un tipo con menos calorías.

El petróleo y el gas natural son las fuentes principales de energía consumida en los Estados Unidos actualmente. Se importa más de lo que se produce localmente. Tanto el petróleo como el gas natural se encuentran en la tierra y tienden a subir y escapar a menos que haya una roca impermeable que sirve como sello para atraparlos.

La fuerza hidroeléctrica era más importante en el pasado. Casi todo los sitios para generarla ya están en uso en los Estados Unidos y en Puerto Rico. En Puerto Rico solo dos por ciento de la energía viene de esta fuente. Su proporción sigue bajando al aumentar el consumo de petróleo.

El viento se ha usado hace generaciones para bombear agua. También hay donde se usan molinos de viento para producir energía eléctrica. Los sitios adecuados son pocos y los molinos matan muchas aves migratorias.

La energía nuclear se está usando más, al fallar otras alternativas. Su materia prima es el uranio, que se encuentra en el oeste del EE UU. Un problema serio es la disposición de los productos exhaustos.

La energía solar es constante e inmensa, pero no se sabe cómo emplearla directamente para la carga de baterías.

Los terremotos son resultado de los movimientos de las placas tectónicas que cubren el planeta a una profundidad de 30 a 50 kilómetros. Al enfriarse gradualmente el planeta, se reduce de tamaño y causa la contracción de estas placas, unas sobre otras. Al aumentar la tensión resultante, un ajuste de repente se siente en la superficie, a veces con movimientos suficientemente severos para causar daño a estructuras. En zonas del mundo donde los terremotos son frecuentes, como en Puerto Rico, al sentir el primer movimiento, la gente sale de los edificios. Los que no pueden salir a tiempo se paran debajo de los marcos de las puertas, donde el peligro es menor.

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Ver la topografía desde la torre  
Comparar las condiciones encima de un mogote  
Conocer las rocas en distintos lugares  
Efervescencia de las rocas con vinagre  
La búsqueda de fósiles  
Vea la “cueva”  
Visitar un sumidero

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Puerto Rico sube o baja?  
¿Dónde están los centros de los temblores?  
¿Qué es un mogote?  
¿Cómo forman los valles entre los mogotes?  
¿Cómo se forman las cuevas?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

¿Dónde en Santa Ana hay más fósiles?  
¿Qué especies de fósiles se encuentran en Santa Ana?  
¿Cómo difieren la caliza del interior y del tope de un mogote?

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Mantener abierto los sumideros para agua freática. Clarificar la historia de Puerto Rico por los fósiles. Preservar la belleza de nuestras montañas cañones y cuevas, en parte para los murciélagos. Usar la cal para el cultivo de plantas agrícolas y ornamentales y para la manufactura de cemento. Usar el caliche para caminos. Usar el mármol para interiores de casas. Usar los minerales para ornamentos

## LOS SUELOS DE SANTA ANA

### INFORMACIÓN BÁSICA

La vida de todo ser viviente depende totalmente de una capa fina de suelo en la superficie del planeta. El suelo se encuentra dondequiera que hay terreno y humedad. El suelo se define como un complejo autorenovable de partículas de piedras y minerales, materia orgánica, organismos vivos, aire y agua.

La mayoría de los suelos se formaron de piedras. Durante miles de años las fuerzas de la naturaleza, el sol, viento, lluvia y reacciones químicas y biológicas, actúan sobre las piedras para partirlas en pedazos más pequeños. El sol calienta y expande la piedra; cuando se enfría, se contrae. Este proceso abre grietas donde puede entrar el agua a la piedra. Al separar cantitos de las piedras, el viento o el agua muelen éstos contra otras rocas. Durante largo tiempo las partículas se reducen aún más en tamaño. También suceden cambios químicos. La lluvia contiene bióxido de carbón que, junto con hidrógeno, forma un ácido que contribuye a convertir las rocas en arcilla, arena o franco.

La roca molida, en sí, no es suelo. No llega a ser suelo hasta que también contiene vida. La materia orgánica ayuda a producir la estructura que admite y retiene agua y aire. Tan pronto como unas partículas se acumulan encima de una piedra, la humedad se mantiene suficientemente para que las plantas sencillas como líquenes empiecen a establecerse. La mezcla de fragmentos de piedras y materia orgánica produce un ambiente continuamente mejor para la vida, tanto de plantas como de animales. Aparecen musgos y otras plantas más grandes, acompañados por bacterias, hongos, lombrices e insectos. Así se forma el suelo.

Ver ilustración - Perfil

Se han identificado miles de tipos de suelo, cientos en Puerto Rico. Sus diferencias son causadas por la historia de su formación y los elementos que los producen: clima, rocas, vida de plantas y animales, topografía y tiempo. El clima determina la rapidez de disolución de las piedras y el tipo de vegetación que se desarrollan encima del suelo, y su deterioro. Los tipos de suelos se distinguen en parte por la profundidad. Esta varía entre menos de una pulgada hasta muchos pies.

Los tres tipos genéricos de suelos son arena, franco y arcilla. El suelo que en la mano le permite a uno sentir partículas contiene arena, (partículas desde 0.5 hasta 2.0 Mm.

en diámetro). Si el suelo, entre los dedos, es fino y se siente como harina pero al apretarlo forma una cinta fina, es franco, (con partículas desde 0.002 hasta 0.05 Mm.). Si es suelo seco como polvo y al humedecer forma entre los dedos una cinta larga y tiende a quedarse pegado a la piel, es arcilla (partículas de menos de 0.002 Mm.).

Una explicación importante a la variación en rendimientos de cosechas agrícolas en diferentes suelos es la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Los nutrientes se acumulan en el suelo desde el aire o de las rocas, pero también se están escapando continuamente. Las plantas extraen nutrientes del suelo al crecer, y al morir los nutrientes vuelven al suelo. Cuando cosechamos las plantas, removemos estos nutrientes y no vuelven al suelo. También los nutrientes se van del suelo si hay erosión o si el agua de lluvia los arrastra por el suelo y desaparecen por un río.

Los nutrientes del suelo usado por las plantas están en solución en agua. Los tres principales son nitrógeno, fósforo y potasio. Otros nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas son azufre, calcio, hierro, manganeso, magnesio, molibdeno, boro, cobre y zinc. Las plantas también necesitan carbono, hidrógeno y oxígeno. Cada nutriente contribuye algo a la salud de las plantas. Donde falta algún nutriente, las plantas demuestran síntomas de deficiencias.

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Los suelos de los mogotes de Santa Ana son del tipo Tanamá compuesto del residuo de las rocas debajo. Es una arcilla castaña muy somera y bien drenada. La estrato superficial tiene como 8 pulgadas de arcilla/franco. El subsuelo es arcilla de como 10 pulgadas de profundidad, sobre rocas. Pueden ser ácido en la superficie y alcalino debajo, su reacción cambiando con la humedad.

Las pérdidas de nutrientes por las cosechas agrícolas causan una reducción de los rendimientos siguientes y han enseñado al hombre la necesidad de restaurarlos. Hasta los indios entendían esto, y enterraban un pez al sembrar cada semilla. Existe la práctica de dejar “descansar” la tierra entre cosechas para permitir la restauración de un balance de nutrientes. La rotación de cosechas reconoce que las necesidades de plantas diferentes son también diferentes. Comúnmente la excreta de animales se usa para abonar la tierra entre cosechas. En muchos jardines se acumulan los restos de las plantas en un sitio donde pueden descomponerse y proveer un compuesto rico para aplicar al suelo.

Al crecer nuestra población, aumentamos los rendimientos de la tierra tanto que se agotaban ciertos nutrientes del suelo. La forma de compensar fue la aplicación de fertilizantes concentrados. Hoy dependemos casi totalmente de esta práctica. Como ellos aumentan la producción, hay una tendencia de aplicar demasiado fertilizante al suelo. Como las cosechas no absorben el exceso, este escapa a las quebradas y contamina el agua que necesitamos más abajo. Por lo tanto, hay necesidad de controlar el uso de los fertilizantes. Hay quien los evita, aplicando solamente materia orgánica para producir sus cosechas. Estas se venden a una clientela especial.

La erosión del suelo es el proceso en que el agua o el viento suelta y se lleva partículas de suelo, materia orgánica o nutrientes de plantas a un lugar nuevo. Hay erosión geológica, que sin influencia humana y aún donde hay vegetación natural, gradualmente desgasta las montañas. Hay erosión por agua y por el viento, que ocurre donde el suelo es liviano y está expuesto, y puede llevarse lejos.

Casi toda la erosión de suelos es causada por las actividades humanas, tales como deforestación, agricultura con el suelo expuesto, pastoreo tan intenso que se mata la hierba, construcción de caminos sin drenaje correcto, el uso de fuego sin precauciones y las excavaciones urbanas que se dejan expuestas.

El suelo que se mueve debido a la erosión se llama sedimento. Entra a nuestros ríos y llega a los embalses como el Lago Guajataca. Poco a poco se acumula en el fondo de los embalses, ocupando espacio construido para el almacenaje de agua. Reduce la capacidad de los embalses de retener y suplir el agua que se necesita.

En Puerto Rico la sedimentación de los embalses es especialmente crítica debido a los pocos sitios que hay para represas. El sedimento en el agua desgasta las máquinas que se usan para purificarla o para generar electricidad. El costo del agua sube. El sedimento, como se ha probado en Puerto Rico, es muy costoso de eliminar de los embalses. Se trató con una draga en el lago Guayabal de Villalba, pero resultó no solamente muy caro, sino que no se pudo remover tanto sedimento como entraba.

Ver ilustración – Tipos de Erosión

El deslave, el agua que durante una lluvia corre sobre la superficie de la tierra, tiene el poder de levantar partículas y hasta pedazos mayores y llevarla abajo hacia los ríos. Mientras más expuesto el suelo, más susceptible es a este proceso. Por esto vemos ríos turbios por el fango donde hay excavaciones de tierra. En un terreno adyacente cubierto con hierba el deslave corre limpio. No sólo retienen las raíces de la hierba el suelo sino que las hojas densas cuelean el agua al pasar entre ellas y extraen las partículas que llevan. Está claro que la eliminación de la vegetación expone el suelo a la erosión.

La deforestación tiene un efecto marcado en el deslave. Al cortar los árboles, se elimina el dosel forestal que amortiguó las gotas de la lluvia. La hojarasca, que tuvo el mismo efecto, se la llevó el agua y expuso el suelo a la erosión.

Una práctica de conservación es una acción o proceso que protege los recursos naturales. Puede protegerlos de daño o mejorar su calidad para ciertos fines. Es necesario asegurarse que las prácticas no produzcan efectos secundarios que neutralicen sus beneficios.

Una práctica de conservación común en la agricultura es el uso de terrazas en declives para reducir la velocidad con que el agua de lluvia se mueve sobre la superficie

del suelo. Otro es de plantar hierba en suelos expuestos para evitar el contacto directo con la lluvia. Otra práctica es de cuidar la fauna salvaje al proveerle albergue y alimento de la vegetación.

El plantar en el contorno es otra práctica para reducir la erosión del suelo. Las plantas de cosecha y árboles frutales se colocan en filas niveladas que permiten canales entre ellas, que retienen el agua para que baje lentamente sin llevarse el suelo.

Los terraplenes construidos al lado de lomas, casi siguiendo el contorno, dirigen el agua lentamente al lado en vez de hacia abajo, reduciendo así su velocidad y dejando tiempo para que el suelo la absorba y no la pierda. Para lograr este fin es necesario usar un nivel de agrimensor para establecer un declive uniforme de las terrazas.

El plantar en fajas con el declive, separada de estratos superiores e inferiores de hierba densa, es otra práctica para evitar que el sedimento deje el campo.

Un canal ancho hacia abajo en la orilla de un campo agrícola, cubierto con hierba densa, puede recibir el agua que llegue al fin de la terraza porque el suelo no la puede absorber. En el canal la hierba cuele y retiene cualquier sedimento que lleva el agua.

Una práctica efectiva en Puerto Rico es el plantar bambú en las orillas de las quebradas. El sistema de raíces del bambú es muy denso y retiene los márgenes de los ríos.

Vea Ilustración - Práctica

#### OBESERVACIONES OFRECIDAS

Ver hojarasca en distintos sitios  
Distinguir arena, franco, y arcilla  
Ver perfiles de suelos en distintas lugares  
Abrir un pie cúbico de suelo para determinar su contenido  
Determinar el contenido de agua en distintos suelos  
Vea erosión del suelo causada por los caminos  
Vea erosión del suelo causada por las bicicletas

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Cuáles suelos son los mejores para la agricultura?  
¿Cuánto de nuestro alimento producimos en Puerto Rico?  
¿Podríamos producir más comida?  
¿Qué cosechas podríamos aumentar para importar menos?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Demuestra percolación y transpiración.

Prepara dos tiestos, uno con arena y otro con arcilla. Añade una cantidad igual de agua y toma el tiempo hasta que el agua aparezca debajo de los tiestos. Esto

demuestra la percolación del agua a través del suelo. Encierra una planta en un tiesto plástico y ponla al sol hasta que aparezcan gotas de agua en las hojas, el agua de transpiración.

Comparar contenido del suelo en distintos sitios  
Instalar practicas de conservación del suelo  
Observa disposición de un aguacero  
Determinar contenido de tierra en el deslave  
Medir movimiento del suelo por erosión  
Determinar el acidez del suelo en distintos sitios  
Comparar la profundidad del suelo en sitios distintos  
Determinar la cantidad de agua en distintos suelos

#### APROVECHIMIENTO POSIBLE

Preservar los suelos más productivos para la agricultura. Intensificar la producción agrícola con suplementos al suelo. Mejorar el cuidado de plantas e la cuidades.

### **EL AGUA DE SANTA ANA**

#### INFORMACIÓN BÁSICA

El agua dulce es sólo el tres por ciento del agua del mundo. Pasa continuamente por un ciclo que nos permite usarla. Del mar se evapora, pero deja atrás las sales. Esta agua dulce forma nubes que nos mojan con su lluvia. La lluvia entra al suelo y sostiene las plantas y los animales. Nos permite producir alimentos de plantas que transpiran agua de nuevo al aire. De lo que llega a los ríos captamos parte para uso doméstico e industrial. Puede ser reutilizada para un segundo fin, pero finalmente entra a los ríos y vuelve al mar.

Ver ilustración – Ciclo de Agua

Una cuenca es el área de terreno adyacentes a una quebrada o río. Todo el terreno del mundo cae dentro de una cuenca. Las cuencas de los ríos principales son extensas, mientras que las cuencas de una quebrada pueden incluir pocas cuerdas.

Los mapas topográficos presentan líneas que conectan terreno al mismo nivel sobre el mar. Se llaman contornos. En tales mapas se puede indicar la elevación relativa de dos terrenos. Los contornos indican hasta donde se extienden los terrenos donde entra agua de una quebrada o un río.

Ver ilustración – Mapa Topográfico

En Puerto Rico las cuenca de los ríos son importantes porque la población que vive en las elevaciones bajas depende del cuidado de la tierra arriba, aún distante, para la seguridad y calidad de su agua y el control de inundaciones.

#### CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Hay tres clases generales de uso de los terrenos agrícolas: cultivo, pasto, bosque. El terreno bajo cultivo limpio es la fuente mayor de agua de deslave y la erosión resultante. En cuencas de suelos arenosos mayormente cultivadas, como al sur de San Lorenzo, los ríos llevan sedimento al embalse de Carraizo. En terreno cubierto con hierba el deslave también es rápido, como el sistema de raíces de la hierba obstruye la percolación del agua dentro del suelo, pero el suelo se conserva mucho mejor que donde se cultiva.

Los bosques detienen el agua de tal forma que llega abajo más lenta, reduciendo al mínimo las inundaciones. Gran parte del agua entra al suelo y llega abajo filtrada, clara. Por otro lado los bosques consumen y transpiran más agua que el pasto o el cultivo. Aunque los bosques retienen más agua en el suelo, su consumo de agua puede reducir el flujo de las quebradas durante sequías prolongadas.

Los usos industriales tienden a concentrar volúmenes grandes de agua y añadir químicos que la inutilizan para otros fines. Hay contaminación química que produce condiciones difíciles de corregir en el tratamiento del agua para el consumo humano. Los reglamentos legales tienden a reducir esto. La contaminación termal industrial del agua se está reduciendo con procesos que enfrían al agua antes de soltarla.

El agua contaminada es agua que contiene algo que la hace inútil para algún fin. Casi ninguna agua natural en Puerto Rico está libre de contaminación, aunque en el campo se consume la que cae en el techo. La contaminación común en Puerto Rico incluye aguas negras, desperdicios de estaciones de gasolina y de fábricas. El agua de los ríos a elevación baja están contaminadas con bacterias. Algunos contaminantes son tóxicos para la vida acuática.

Los tipos principales de contaminantes del agua son el sedimento, aguas negras, desperdicios orgánicos, agentes infecciosos, químicos orgánicos, sales, minerales, sustancias radioactivas y el calor. El sedimento de erosión es el contaminante de más volumen. Lo vemos en Puerto Rico donde los ríos llevan agua turbida al mar. El control de este tipo de contaminación es obvio: es el control de la erosión donde empieza en el suelo. Esto nos toca a todos.

Los nutrientes de plantas son importantes como contaminantes. El nitrógeno, fósforo y potasio entran directamente a los ríos desde campos fertilizados. El control es en el entierro del fertilizante y su limitación a las necesidades de las cosechas. Pero también el fósforo entra a los ríos por el uso de detergentes en las ciudades. El resultado es un crecimiento enorme de algas en los lagos y, al descomponerse otros organismos, se agota el oxígeno del agua a costas de la fauna nativa. El control está en la reducción de fosfato en los detergentes y el buen tratamiento de las aguas usadas de los pueblos.

Los agentes infecciosos recibieron atención recientemente como contaminantes. Llegan de desperdicios humanos y de animales al agua donde se baña la gente. Las enfermedades que llevan incluyen bilharzia, tifoidea, disentería y hepatitis. Las plantas



municipales de tratamiento de aguas usadas deben aplicar cloro para matar estos agentes. También son deseables las inspecciones del agua de las playas.

Los químicos orgánicos que contaminan el agua incluyen los pesticidas, fungicidas, herbicidas y productos de petróleo. Su entrada a las aguas es resultado de erosión o de descuido humano. Estos producen el proceso de magnificación en la fauna que los consume. Hay una acumulación progresiva de contaminantes que se puede hasta pasar a nuevas generaciones. Un caso famoso es el efecto del DDT sobre el grueso de las cáscaras de los huevos de los pelícanos hasta que la especie entró en peligro de extinción. El control en Puerto Rico es de disciplina; no permitir que estas sustancias entren en nuestras aguas.

El depósito de aguas negras sin tratamiento adecuado es uno de las causas más generales de contaminación de las aguas de Puerto Rico. El efecto es de exceder la capacidad del agua de incorporar la carga. La demanda para oxígeno para descomponer el volumen excede lo natural del agua. Los peces se asfixian. La solución es un tratamiento más completo de todo que va al agua local.

Recientemente han entrado sustancias radioactivas a las aguas. Éstas son capaces de causar enfermedades en los humanos por largo tiempo. La única solución es su deposición en un sitio seguro.

Ver ilustración - Contaminantes

“La solución a la contaminación es la dilución”. Es obvio que el tratamiento es muy deseable. El tratamiento primario es el nivel de tratamiento más común. Consiste de dos fases. En la primera, una rejilla detiene el paso de grandes escombros, como troncos y enseres eléctricos desechados. En la segunda, se utilizan grandes tanques para disminuir el movimiento del agua y así permitir que se sedimenten los sólidos suspendidos. Las aguas usadas, en sí, normalmente tienen enormes demandas biológicas de oxígeno que reduce la actividad de las bacterias. Este tratamiento remueve 80 por ciento de los sólidos suspendidos y 35 por ciento de la demanda biológica de oxígeno. Esto alivia el oxígeno disponible para sostener las bacterias que transforman la materia orgánica contenida en las aguas en bióxido de carbón, nutrientes y agua. Los sólidos se almacenan donde las bacterias pueden digerirlos antes de quemarlos, enterrarlos o aplicarlos como fertilizante.

Donde el afluente no es bastante limpio, se aplica el tratamiento secundario. En este tratamiento, todos los pasos del primario se aplican y entonces se asegura más descomposición. Incluye la aeración de las aguas para añadirle oxígeno y permitirle a las bacterias crecer y consumir la materia orgánica de las aguas usadas. Se aplica al asperjar el afluente o bombeándolo entre el afluente. Otra técnica es permitir el afluente a pasar lentamente sobre piedras expuestas al aire, donde procede la descomposición. Después de esto el afluente entra a un tanque para precipitar los sólidos antes de dejarlos salir. Este proceso remueve hasta el 95 por ciento de la demanda biológica y del total de sólidos suspendidos en las aguas usadas. El resultado de la actividad de las bacterias es agua con

la presencia de poca materia orgánica, pero sí de muchos nutrientes, como el fosfato y el nitrógeno. Al final, se le añade cloro al agua para matar los microorganismos patógenos.

Donde el afluente todavía no está suficientemente limpio después del tratamiento primario y secundario se aplicaría el tratamiento terciario. Muy poca agua de Puerto Rico recibe tal tratamiento. Al completarlo el agua queda suficientemente limpia para la reutilización doméstica. El tratamiento varía con las condiciones locales. Puede incluir un filtro de arena para remover todas las partículas y precipitación química con alumbre para remover la mayoría del fósforo presente. El nitrógeno se remueve por procesos bioquímicos conocidos como desnitrificación, y superclorinación seguida por dechlorinación para eliminar todas las bacterias. Su aplicación procede lentamente debido al costo.

Ver ilustración – Tratamiento de Agua

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Vea la disposición de la lluvia durante un aguacero  
Vea las calles de los comejenes para obtener agua  
Vea los animales en los sitios húmedos  
Determinar el acidez de la lluvia y dentro del bosque  
Determinar el acidez del agua en la charca  
Determinar el contenido de oxígeno en la charca

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Recibe Puerto Rico suficiente agua?  
¿Porqué hay periodos sin agua en los pueblos?  
¿Cuánto de la lluvia se queda en el suelo?  
¿Sería factible convertir agua del mar?  
¿Cómo podemos prolongar la vida de los embalses  
¿Cómo podemos reducir el consumo de agua?  
¿Para qué usamos el agua?  
¿Cómo corren los ríos cuando hace sol?  
¿Se puede tomar el agua de un pozo?  
¿De donde viene el agua de San Juan?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

La fauna de la charca  
Disposición de la lluvia de Santa Ana

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Preservar lo natural de los ríos y los saltos para el disfrute público. Extraer el sedimento de los ríos antes de entrar a los embalses. Reducir el uso de agua innecesario para conservarlo. Mejorar los pozos sépticos del campo para reducir la contaminación.

## LOS BOSQUES DE SANTA ANA

### INFORMACIÓN BÁSICA

Antes, toda la isla de Puerto Rico estaba cubierta de árboles. Éstos son bonitos, nos dan sombra y fresco y albergan las aves. En Santa Ana las especies nativas llegaron a Puerto Rico antes que Colón. Más recientemente fueron introducidas muchas otras especies. Algunas se han naturalizado, como el tulipán, la guayaba y la pomarrosa.

El bosque tiene más que árboles. Tiene el suelo, el agua, el aire y los animales. Todos éstos son necesarios para un bosque saludable. Los insectos polinizan las flores de los árboles y las aves llevan las semillas a sitios nuevos. El dosel, compuesto de las copas de los árboles más grandes, es donde se recibe más sol y donde hay más animales. Algunas de estas especies de árboles grandes requieren mucha luz y no se reproducen bajo su propia sombra.

En la capa baja del dosel también hay árboles pequeños de especies diferentes a los del dosel, que viven a su sombra. En el suelo hay hierbas, helechos y musgos donde viven otros animales. La hojarasca acumulada en el suelo sirve para amortiguar la fuerza de las gotas de lluvia. También contiene los nutrientes de las hojas y ramas muertas que alimentan lombrices y otros animales del suelo. La descomposición hecha por estos enriquece el suelo para las raíces de los árboles.

Ver ilustración – Perfil de Bosque

Entre ellas están las bromelias en los árboles, que proveen escondites para los huevos de los anfibios. Las hierbas suplen semillas para alimentar a los gorriones. Las flores de algunas especies de hierbas proporcionan néctar para el colibrí. Varios arbustos dan frutas, como uvas para las aves. Hay, además, algas y líquenes que crecen en la corteza de los árboles, los musgos en el suelo, los helechos y los bejucos.

Ver ilustración – Plantas

Los árboles viven del flujo continuo de agua y nutrientes extraídos de la tierra por las raíces. El agua transpira continuamente de las hojas, manteniéndolas así frescas. Las raíces se extienden abajo hacia el agua para que no les falte en tiempos de sequía. Para reducir la transpiración durante el tiempo seco, muchas especies se quedan sin hojas.

Los nutrientes principales son nitrógeno, fósforo y potasio. Éstos suben en solución por el corazón de los troncos hasta las hojas y con la luz del sol, por el proceso de fotosíntesis, fabrican un alimento como azúcar que se transporta por la corteza a todas las células. Lo vital de esta función de la corteza explica por qué el árbol muere si se le quita la corteza.

Para identificar árboles, observa su corteza, ramas y la forma y olor de las hojas. También si la sabia se expone al quitar una hoja. Algunos de los que más se usan están

ilustrados. Todos se usaban para combustible en el pasado. Muchos sirven para postes para construir ranchos y cercas. La madera de otros sirve para muebles e instrumentos musicales.

Ver ilustración – Los Árboles y sus Usos

Un inventario parcial hecho por el Dr. Alexis Molinaris incluye las siguientes especies de árboles nativos enumerados:

- 301/10/44 Palma real, *Roystonea borinquena*
- 302/42 María, *Calophyllum calaba*
- 303/7/43 Palo de pollo, *Dendropanax arboreus*
- 304/18/53/62 Hoja menuda, *Eugenia monticola*
- 306/40 Malagueta, *Pimenta racemosa*
- 308/45 Palma corozo, *Acrocomia media*
- 309/12/23/41/47 Almácigo, *Bursera simaruba*
- 311/21/51 Guaraguao, *Guarea guidonia*
- 313/46 Molinillo, *Hura crepitans*
- 315 Espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*
- 319 Jaguey, *Ficus citrifolia*
- 320/68 Guara, *Cupania americana*
- 322/52/76 Laurel avispillo, *Nectandra coriacea*
- 324 Ceiba, *Ceiba pentandra*
- 326 Cupey, *Clusia rosea*
- 330 Roble blanco, *Tabebuia heterophylla*
- 332 Ausubo, *Manilkara bidentata*
- 337 Nispero de costa, *Manilkara pleeana*
- 350 Péndula, *Citharexylum fruticosum*
- 354 Garrocho, *Quararibaea turbinata*
- 356 Corcho bobo, *Guapira fragrans*
- 357 Palo de manteco, *Licaria triandra*
- 358 Lechecillo, *Chrysopyllum argenteum*
- 359 Palo de hierro, *Krugiodendron ferreum*
- 360/74 Capá colorado, *Cordia nitida*
- 361 Varital, *Drypetes glauca*
- 364 Palma color, *Aiphanes acanthophylla*
- 365 maga, *Thespesia grandiflora*
- 366 Cuero de sapo, *Maytenus laevigata*
- 369 Gaeta, *Trichilia pallida*
- 370 Avispillo, *Cinnamomum elongatum*
- 373 Moca *Andira inermis*
- 375 Laurel amarillo, *Nectandra turbacensis*

Los árboles introducidos del miso estudio son:

- 305 Mangó, *Mangifera indica*
- 314/48 Tulipán africano, *Spathodea campanulata*
- 317 Albizia, *Albizia procera*
- 325 Almendro, *Terminalia catappa*
- 327 Mariposa, *Bauhinia monandra*
- 328 Benjamina, *Ficus benjamina*
- 329 Caoba dominicana, *Swietenia mahagoni*
- 331 Reina de las flores, *Lagerstroemia speciosa*
- 333 Emajaguilla, *Thespesia populnea*
- 334 Palma adonidia, *Adonidia merrilli*
- 335 Terocarp, *Pterocarpus macrocarpus*
- 336 Roble plateado, *Tabebuia argentea*
- 338 Palma cola de pescado, *Caryota mitis*
- 339 Flamboyán, *Delonix regia*
- 349 Toronja, *Citrus paradisi*
- 355 Roble amarillo, *Tecoma stans*
- 371 Machete, *Erythrina berteroana*
- 372 Aguacate, *Persea americana*
- 378 Tamarindillo, *Leucaena leucocephala*

#### CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Los productos forestales incluyen aceites (ángela), perfumes (ilang ilang), gomas (aguarrás de pinos), sabias (jarabe de guayaba), corteza (para tanino), madera, paneles, postes, cartón, papel, carbón, leña (casi todas las especies). Una contribución creciente de los bosques a la sociedad es como refugio para descansar del caos urbano. Los bosques retienen el suelo. Fueron ellos los que nos dieron el suelo de la costa de Puerto Rico, evitando que las lluvias lo lleven al mar. También los bosques de las montañas retienen el suelo de las laderas inclinadas, amortiguando con sus copas y hojarasca la fuerza de las lluvias y aguantando el suelo con sus raíces. En Puerto Rico los bosques son los últimos refugios de la fauna nativa, ofreciéndole albergue, sitios para anidar y alimentos. Los bosques reducen la velocidad del deslave por las montañas, ayudando a controlar las inundaciones.

El manejo de uso múltiple permite beneficios múltiples, a la vez, de un bosque, como madera, fauna, agua y recreo. Un plan para tal manejo reconoce donde en el bosque es más apropiado cada uso y allí lo asigna.

Para bosques de árboles con la misma edad, como plantaciones forestales, el sistema silvicultural es cortarlo tala rasa cuando los árboles están todos maduros y contar con la regeneración natural en el claro restante, o de plantarlo. Esto es común en las plantaciones para la producción de celulosa para fabricar papel.

Para bosques de árboles con edades mixtas, los sistemas silviculturales tienen cortes parciales en que se llevan los árboles mayores y se deja un buen bosque de árboles inmaduros para cosechas futuras.

Como los bosques al crecer se ponen más densos, el crecimiento de los árboles tiende a reducirse por falta de espacio y nutrientes. Así en Puerto Rico la mayoría de las plantaciones de pino no tienen árboles de diámetros grandes. La práctica forestal de cortes intermedios, entresacando los árboles menos prometedores, corrige este problema y permite la continuación de crecimiento aceptable.

Los incendios hacen mucho daño a los bosques, matando los arbolitos y produciendo defectos en los árboles mayores. En climas secos se acumulan en ramas secas y hojarasca en el suelo debajo de los árboles. Si esto se quema, produce un calor que puede matar todos los árboles. Para reducir este peligro, durante el tiempo tranquilo se quema este combustible, controlando el calor del fuego.

El daño más espectacular a los bosques es causado por incendios. En Puerto Rico los incendios forestales de copa son raros, menos en las plantaciones de pinos resinosos. Los incendios más comunes, de superficie, destruyen los nutrientes y la protección de la hojarasca y matan arbolitos. Su control consiste en separar lo combustible del fuego. No es difícil si se empieza temprano. Puede prenderse la hojarasca hacia el fuego para lograr esto.

Si los árboles del dosel no han sufrido, el bosque, con el servicio de las aves, volverá a regenerarse lentamente sin plantación humana de árboles.

La mayoría de los incendios forestales son causados por humanos. Por eso el mejor control es de no causarlos. La fogatas se deben apagar con agua. Los fósforos prendidos se deben partir antes de botarlos. Al observarse un incendio forestal no atendido, se debe notificar a los bomberos y ofrecerse como voluntario para ayudar a apagarlo, bajo supervisión y siempre y cuando no haya peligro.

El daño causado por insectos no es común en Puerto Rico, ya que nuestros bosques no son de pocas especies en masa, como en el norte. Hay defoliación de árboles individuales, pero el daño más visible es de comején. El comején no mata los árboles. Comen solamente la madera seca. Sin embargo, esto puede debilitar los árboles hasta el punto que no resistan un huracán. Este problema es más común en árboles aislados que en los bosques. Su control se justifica solamente en árboles de valor especial y consiste en la aplicación de insecticidas al nido y la madera afectada. En los Estados Unidos hay insectos que matan bosques naturales donde hay una sola especie.

Las enfermedades tampoco causan daño significativo a los bosques, debido a su diversidad. Entre las especies de árboles introducidos existen efectos de hongos que matan árboles. Ejemplos son los hongos que atacan los raíces de laurel de la india y la *Albizia procera*. En el norte hay especies de árboles casi eliminados por hongos, como la castaña y *Ulmus americana*.

En la costa sur de Puerto Rico, donde es seco, se usan los bosques para pastoreo, ya que la hierba crece debajo de los árboles. Esta práctica, en exceso, expone el suelo a la erosión y lo comprime para evitar la percolación que ocurre debajo de los bosques normalmente. El resultado es deslave que produce inundaciones y deterioro gradual del suelo como medio para sostener el bosque.

Como la madera de los bosques se ha probado muy útil, hay una tendencia a explotarla sin conocer los efectos sobre la salud del bosque. En el corte tala rasa, sin regeneración, en poco tiempo las lluvias agotan los nutrientes acumulados en la hojarasca y el suelo superficial. El resultado es que la productividad del sitio se deteriora, se corroe y contribuye a la sedimentación de los ríos. Hay impacto también del corte excesivo menos visible. Es la extracción de las mejores especies, dejando las otras. Esto eventualmente elimina lo que más vale de los productos y su producción futura del bosque. Los efectos en la fauna son serios al perder sus escondites y alimentación.

La forma más fácil de identificar los árboles es por las hojas y su orden en las ramitas. Algunos árboles producen hojas opuestas y otras alternas. Algunas hojas son sencillas (solitarias) y otras son compuestas (de muchas hojuelas adjuntas). También, cuando se consiguen, se pueden identificar por las flores, frutas y semillas.

Ver ilustraciones – Árboles, Opuesta/Alternada y Sencilla/Compuesta

Las copas y raíces de los árboles crecen de lado y pueden interferir con estructuras o líneas eléctricas y de teléfono.

Necesitas el permiso del dueño de la propiedad. Los árboles que se plantan normalmente son de cómo dos pies de altura. Lo más frágil de un arbolito así es su sistema de raíces. Las raíces crecen bajo tierra y se secan rápidamente cuando están expuestas al sol o al viento.

Mientras se prepara el hoyo para sembrar es obligatorio que las raíces queden protegidas contra la sequedad. Haz un hoyo más grande que el sistema de raíces, suelta el suelo, abre las raíces y rodéalas con el suelo suelto. Cúbrelas bien y empaca el suelo alrededor de ellas. Échale mucha agua. Si las hojas se han marchitado, puedes quitar hasta la mitad de ellas para reducir la evaporación.

Ver ilustración – Cómo Plantar

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

- Vea donde crecen los árboles más grandes
- Vea el número relativo de árboles dominantes, y suprimidos
- Vea forma de las copas de los árboles
- Vea ramas buscando la luz, o contento bajo sombra
- Vea arbolitos debajo el bosque, proximidad a los padres
- Vea la hojarasca, hojas descomponiéndose, y su fauna
- Vea los animales del bosque (aves, insectos, caracoles, etc.)

Vea las epifitas, los bejucos, donde están, porqué  
Vea arbustos, ortiga, sus frutas para las aves.

Ver corteza, gruesa de especies que resisten fuegos  
Ver troncos, medir diámetros, estimar edades  
Vea raíces, tabulares superficiales  
Vea hojas, gruesa, forma  
Vea orientación de las hojas, temperatura en el sol  
Vea flores, frutas, semillas en las plantas y en el piso  
Vea semillas germinando  
Vea defensas, látex, olores, espinas contra animales  
Identificar árboles de especies comunes  
Vea especies de árboles con nombres tainos

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Porqué hay bosques en Puerto Rico?  
¿Cuántas especies de árboles nativos hay?  
¿Hemos perdido especies de árboles nativos?  
¿Hay animales que dependen de los bosques para sobrevivir?  
¿Tomen mucha agua los bosques?  
¿Resistan los bosques los huracanes?  
¿Porqué las plantas tienen hojas?  
¿Para qué hemos usado los bosques?  
¿Qué son los efectos de la deforestación?  
¿Qué daño hace un incendio forestal?  
¿Qué podemos hacer para aumentar la producción de madera?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Comparar la densidad de árboles en sitios diferentes  
Determinar las especies más comunes en distintos sitios  
Determinar la proporción de árboles grandes y pequeños  
Dibujar las capas del bosque  
Determinar la variación en el tamaño y forma de hojas  
Determinar los árboles más grandes de cada especie  
Determinar que semillas se encuentran en el bosque  
Determinar variación en el peso de semillas  
Empezar estudios de crecimiento de árboles  
Probar liberación de árboles selectos  
Determinar la densidad de epifitas y su habitat  
Determinar la flora de líquenes y su habitat  
Plantar la orilla de la charca  
Determinar la ecología de un árbol  
Producir una colección de hojas prensadas

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE



Reforestar claros en Santa Ana y las montañas empinadas que reciben lluvias fuertes. Drenar los caminos de Santa Ana. Mejorar la selección de las especies de árboles tanto en el campo como en las carreteras y las ciudades. Utilizar más especies nativas como ornamentales. Aprovechar la madera producida localmente por artesanos y la fabricación de muebles. Entresacar los bosques para aumentar su productividad. Propagar arbolitos para la reforestación.

## **LAS AVES DE SANTA ANA**

### **INFORMACIÓN BÁSICA**

La población de las aves es un indicador de la calidad del ambiente. En el caso de la cotorra puertorriqueña, fue la reducción de su población que indicó que su hábitat se había deteriorado al punto que la especie estaba en peligro de extinción. La población reducida de patos silvestres en Puerto Rico también es indicador de la destrucción de su hábitat, los humedales. Los factores responsables son problemas ambientales. En ciertas minas, llevan canarios en jaulas para indicar si el aire se está contaminando como para poner en peligro la vida de los mineros.

Hay otro motivo para el estudio de las aves. Ellos son los animales silvestres más accesibles y su presencia y belleza mejoran la calidad de la vida humana. Una creciente porción del pueblo de Puerto Rico tiene interés en conocer las aves de la isla. El deterioro del ambiente para las aves provoca preocupación entre nosotros. Para preservar la única especie nativa de cotorras en El Yunque, se han invertido millones de dólares.

Ver ilustración – Partes del Ave

Los binoculares son un requisito para el estudio de las aves en el campo. Permite su observación en detalle sin tener que acercarse tanto al ave como para espantarlo. Son caros y frágiles; necesitan cuidado. Al tener acceso a un par anota el número de serie, para que así lo puedas identificar si se pierde. Los binoculares traen correas para asegurarlo por el cuello. Mantenlos amarrados así mientras los usas.

Los binoculares tienen dos pares de lentes visibles. Los lentes oculares son para los ojos. También tienen un gozne que permite el ajuste de la separación de los lentes oculares hasta que presenten una imagen redonda al mirar por ellos. Los otros lentes, mayores y hacia el objetivo, son los lentes objetivos. Los lentes necesitan cuidado para evitar que se ensucien o se rayen. Se limpian solamente con papel o tela blanda.

Los números como 6x30 en los anteojos se refieren a los lentes. El primer número es su magnificación (aumento), cuantas veces mayor o más cerca se ve el objetivo, 6 veces en el caso citado. El segundo número es el diámetro del lente objetivo, en milímetros. Indica el diámetro del campo visible. Estos números se encuentran desde 4 hasta 16 y desde 25 hasta 50, respectivamente.

Mientras más grande el primer número, más magnificación produce, pero esto cuesta iluminación y la necesidad de aguantarlo sin movimiento. Mientras más alto el segundo número, más iluminación entra y más grande es la visión usada para encontrar el objetivo, pero esto aumenta el tamaño y peso del binocular, algo inconveniente.

Se recomienda binoculares del diseño Porro de 7x35 u 8x40. Los del diseño Roof son más robustos, pero más caros. Los de 10x50 son excelentes con un pulso firme, pero son caros y no enfocan a los objetivos cercanos.

Ver ilustración - Binoculares

Una guía contiene ilustraciones en colores y texto descriptivo útil para identificar las aves. En las ilustraciones, lo que más distingue cada especie de otras se señala con una rayita. La página opuesta cita la página de la descripción textual, que describe el ave, su distribución geográfica, sus hábitos, canto, nido, nombres locales, y otros comentarios.

La localización en verano e invierno de los tipos especificados: Falcón peregrino: América del Norte, Caribe hacia sur; Julián Chiví: Caribe, Sur América; Garza de ganado: Nuevo Mundo

Para cada especie, apunta la fecha y hora, localización, hábitat, hábitos de alimentación, dos tipos de alimento, estaciones de residencia, origen. Esto es mucho para una semana en el campamento. Deben empezar al principio de la semana.

Ver ilustración - Aves

Una ave común es el pájaro carpintero, un ave totalmente dependiente de los árboles. Puede pararse solamente en los árboles, su nido está dentro de los árboles y su comida la obtiene de los árboles. Es un ave muy bonita, con unos colores muy característicos, negro, rojo y blanco. Hay otras aves de Guajataka para seleccionar. Búsquelas y observen lo que hacen. Al observarlas quédate quieto para no espantarlas. Muévete lentamente para que no estén entre el sol y tú. Nota sus colores, su pico, sus alas, su cola, su canto, y cómo vuelan. Nota por qué están donde están, por qué se mueven, lo que comen, y si tienen un nido, cómo lo atienden. Dibuja uno.

Ver ilustración – Las Aves

En Santa Ana los animales más fáciles de observar son las aves. Para ver distintas especies es necesario visitar el bosque, el campo abierto y el lago. También se pueden observar lagartijos, caracoles, culebras y peces. Debes acercarte poco a poco y luego quedarte quieto para ver los animales y observar sus colores y, si son aves, cómo son su pico, alas, pecho, cola y patas, y preguntarte por qué están en ese lugar en particular, qué hacen y por qué. Notar lo que hacen para su protección y para alimentarse.

Ver ilustración - Aves

Las especies de aves visto o probablemente a verse dentro de Santa Ana son las siguientes:

Bien-te-veo, *Vireo latimeri*  
Bobito, *Contopus latirostris*  
Calandria, *Icterus dominicensis*  
Carpintero, *Melanerpes portoricensis*  
Chango, *Quiscalus niger*  
Clérigo, *Tyrannus caudifaciatus*  
Come ñame, *Loxigilla portoricensis*  
Cotorra dominicana, *Amazona ventralis*  
Falcón común, *Falco sparverius*  
Falcón peregrino, *Falco peregrinus*  
Gallareta común, *Gallinula chloropus*  
Garrapatero, *Crotophaga ani*  
Garza blanca, *Egretta thula*  
Golondrina de cuevas, *Hirundo fulva*  
Gorrión barba amarilla, *Tiaras olivacea*  
Gorrión negro, *Tiaras bicolor*  
Guaraguao, *Buteo jamaicensis*  
Juí, *Myiarchus antillarum*  
Julián chiví, *Vireo altiloquus*  
Martinete, *Butorides striatus*  
Múcaro, *Otus nudipes*  
Pájaro bobo mayor, *Saurothera vieilloti*  
Pájaro bobo menor, *Coccyzus minor*  
Paloma cabeciblanca, *Columba leucocephala*  
Paloma turca, *Columba squamosa*  
Papagayo, *Todus mexicanus*  
Periquito aliamarillo, *Brotogeris versicolurus*  
Periquito monje, *Myiopsitta monachus*  
Pitirre, *Tyrannus dominicensis*  
Playero colector, *Actitis macularia*  
Playero guinecilla pequeña, *Tringa flavipes*  
Querequeque, *Chordeiles gundlachii*  
Reina mora, *Spindalis zena*  
Reinita común, *Coereba flaveola*  
Rolita, *Columbina passerina*  
Tordo, *Molothrus bonariensis*  
Tortola aliblanca, *Zenaida asiatica*  
Tortola cardosantero, *Zenaida aurita*  
Zorzal de patas coloradas, *Turdus plumbeus*  
Zorzal pardo, *Margarops fuscatus*  
Zumbador dorado, *Anthracothorax dominicus*

Zumbador pechiazul, *Eulampis holocericeus*

Los visitantes de invierno (desde los EEUU y Canadá) incluyen: garzón de vientre blanco *Hydranassa tricolor*, falcón peregrino, *Falco peregrinus*, martín pescador, *Megasceryle alción*, reinita trepadora *Mniotilta varia*, reinita pechidorada *Parula americana*, pizpita de mangle *Selurus noveboracensis* y candelita *Setophaga ruticilla*

Los que emigran de Puerto Rico a Venezuela durante el invierno incluyen: julián chiví *Vireo altiloquus*, y golondrina de cuevas, *Petrochelidon fulva*.

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Ver El listado de especies críticas y de caza

La protección de refugios por el gobierno y la implementación de las leyes limitan la caza y protegen las especies en peligro de extinción. Se emplean muchas personas. También hay muchas otras envueltas en las investigaciones de la vida de las especies, sus condiciones y necesidades. En Puerto Rico esto hace el Fish and Wildlife Service, el Laboratorio Marino de NOAA, el Instituto de Dasonomía Tropical y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. La preparación académica para todos estos trabajos requiere un grado de bachiller, algo que ofrecen las universidades de Puerto Rico. Para las posiciones de investigación, se requiere el doctorado.

## OBSRVACIONES OFRECIDAS

Escuchar cantos y ver las aves en el bosque  
Identificar especies comunes de aves  
Buscar nidos de aves y observar visitación de los padres  
Observar alimentación de las aves  
Ver habitats usado por distintas especies de aves

## PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Por qué son buenas las aves?  
¿Por qué cantan las aves?  
¿Pueden las aves de Santa Ana vivir en la ciudad?  
¿Por qué hay más aves en el campo?  
¿Cómo vuelan las aves?  
¿Porqué hay aves nocturnos?  
¿Porqué emigran las aves? ¿A dónde?  
¿Quiénes so los enemigos de las aves?  
¿Qué podemos hacer para cuidar las aves?

## INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Participar en el monitoreo de las aves de Santa Ana  
Determinar cual de las aves come cual planta  
Determinar preferencias de semillas por parte de las aves

Contribuir un comedor o baño de aves  
Determinar la ecología de un ave  
Observar un ave por mucho tiempo para ver lo que hace  
Determinar la frecuencia de cantos de varias especies  
Determinar la frecuencia con que las aves comen

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Conocer y preservar los habitats de las aves del país. Educar al público de apreciar sus aves. Plantar plantas y baños en Santa Ana y en otros sitios que atraen las aves. Mejorar las ciudades con más árboles para atraer las aves.

## LOS ANFIBIOS Y REPTILES DE SANTA ANA

### INFORMACIÓN BÁSICA

El número total de anfibios y reptiles para Puerto Rico (sin las islas) es 62. Especies comunes incluyen sapo concho, reinita de labio blanco, 12 especies de coquí, sapo toro, hicotea, tinglado, carey, salamanquesa, iguana, lagarto verde, 9 lagartijos, gallina de palo, culebrita ciega, culebrón, culebra corredora y caimán. En esta categoría incluimos los crustáceas, los caracoles, y los murciélagos (mamíferos).

Los reptiles tienen escamas y algunas tienen garras. Los anfibios tienen piel suave y húmeda y ninguno tiene garras. Los anfibios pasan por una etapa juvenil dentro del agua. Los sapos tienen patas traseras cortas, que los limitan a pasos cortos. Las ranas tienen patas traseras largas, lo que les permite que brinquen distancias largas. Los sapos tienen piel áspera mientras que las ranas la tienen suave.

Las salamandras (anfibios) tienen piel suave y no tienen garras. Los lagartijos (reptiles) tienen escamas y garras. En Puerto Rico no hay salamandras, pero el término se aplica a un lagartijo blancuzco casi transparente que se encuentra en las casas, que es un geko (traído de África por los esclavos).

Las culebras no tienen patas y los lagartijos las tienen. Hay lagartijos sin patas, pero que tienen párpados y boquetes de orejas, cosas que no tienen las culebras.

Las culebras se juntan para pasar las espermias a la hembra. La hembra de la boa desarrolla la cría hasta que ellos escapan de su cuerpo. En otras especies la hembra deposita los huevos en algún escondite, donde termina el proceso y los jóvenes salen cubiertos de una membrana que parten.

Las culebras tienen en el abdomen escamas que pueden mover para adelante o para atrás. Esto les permite moverse derecho adelante. Es más común el movimiento lateral causado por las escamas laterales contra los objetos del terreno.

En Puerto Rico hay solo una culebra venenosa. Es la culebra corredora, *Alsophis portoricensis*. Es común en gran parte de Puerto Rico y en el campamento Guajataka. Llega a tres pies de largo. Su movimiento es rápido. Su saliva, al pasar a la sangre, puede causar inflamación y dolor. Esta culebra es peligrosa y ni se debe matar ni recoger. Hay ya 12 casos de personas recluidos en hospitales por su mordida

#### Supersticiones y comportamiento raro

Falso:

- Las culebras pueden ordeñar vacas
- Las culebras tragan sus crías para protegerlas
- Las culebras pueden alcanzar a la gente
- Las culebras son viscosas
- Las culebras engañan sus presas
- Las culebras se influncian por la música
- Las culebras usan hipnosis para capturar sus presas
- Los sapos producen verrugas

Cierto:

- Las culebras no ven bien cuando están mudando su piel
- Algunos sapos producen venenos en su piel
- Algunas especies guardan sus huevos en la boca

Los lagartijos esconden huevos en sitios húmedos. Ellos custodian sus huevos. Algunos calientan sus cuerpos con el sol y transfieren este calor a los huevos.

#### Culebrón, *Epicrates inornatus*

Está en todo Puerto Rico hasta una elevación de 1,500 pies, pero es más común en los mogotes, en el suelo o en los árboles. Es la más grande de las culebras de Puerto Rico, de hasta 7 pies o más de largo. De color crema a castaño con barras o manchas oscuras. Sus escamas son secas pero tienen un olor desagradable. Es constrictor, pero es dócil y por lo general no intenta morder. Cuando se molesta ataca con la boca abierta desde una distancia de por lo menos la mitad de su largo. Se alimenta de ratas, ratones, pájaros y murciélagos. Pare los hijos vivos cada segundo año. Sus enemigos son mangostas y aves. En el campo, se extraía su aceite para uso medicinal. Actualmente su captura se prohíbe por ley federal ya que la especie se ha clasificado como en peligro de extinción.

#### VER ILUSTRACIÓN – CULEBRÓN

Culebra corredora, *Alsophis portoricensis*

Hay cinco subespecies, con tres en Mona, Culebra y Vieques. *A. portoricensis portoricensis* se encuentra en toda la isla y *A. p. prymnus* en el lado sur. La segunda más grande culebra de Puerto Rico mide hasta tres pies de largo. Es castaño en la parte superior y cada escama está marginada con castaño oscuro. No hay diseño alguno en la cabeza. Es bastante agresiva y no titubea en morder cuando se la acorrala. Levanta la parte anterior del cuerpo y expande la piel del cuello, a la manera de una cobra. Su saliva es ligeramente venenosa, adecuada para paralizar un lagartijo. Su mordida puede causar inflamación y dolor extremo en algunas personas. Come lagartijos.

Ver ilustración – Culebra Corredora

Lagartijo común, *Anolis cristatellus*

La especie de lagartijo más común en todo Puerto Rico, Culebra y Vieques. Su color depende de su estado de ánimo, desde castaño a gris verdoso. Las superficies dorsales pueden tener manchas oscuras o bandas transversales. El color ventral es blanco o amarilloso. La gaita puede ser amarillo verdosa, anaranjada por los márgenes, o de color crema. Duerme entre hojas o en el suelo. A veces entra a las casa y elimina las sabandijas.

Ver ilustración – Lagartijo Común

Lagartijo jardinero, *Anolis pulchellus*

El más común de los lagartijos de hierba, prefiere pastizales abiertos. Es castaño amarilloso o castaño grasoso. Una banda castaño se extiende desde la esquina posterior al ojo hasta los hombros. Una línea crema conspicua desde la punta del hocico a lo largo de los flancos. La gaita es rosa-azulosa o purpúrea brillante. Nunca se encuentra en árboles y raras veces en arbustos. Prefiere hierbas, donde duerme pegado a estas.

Ver ilustración – Lagartijo Jardinero

El Sapo común es el más grande en Puerto Rico, hasta 212 mm. de largo. Introducido de Jamaica y Barbados, 1920-1926, para controlar el gusano blanco de la caña de azúcar. Hay varios venenos en las glándulas parótidas de los sapos. Un perro que agarre un sapo por su boca no lo vuelve a hacer. Sin embargo las ratas y mangostas se comen los sapos, incluso las glándulas. Se alimenta de insectos de todas clases pero también come ratones, pájaros y pollitos. Depositán huevos en cadenas de rosario en el agua y en dos días nacen renacuajos oscuros. Después de la metamorfosis los sapitos salen del agua.

Ver ilustración – Sapo Común

Reinita de labio blanco, *Leptodactylus albilabris*

Es liso, no verrugoso. No tiene discos o cojinetes en la punta de los dedos de la mano y del pie como un sapo. Es terrestre, rara vez lejos de pantanos. El color dorsal es de fondo usualmente amarillo grisoso o pardo amarilloso con franjas longitudinales y/o manchas oscuras. El lado ventral es claro. Los renacuajos son oscuros. La voz es un “pink, pink, pink” continuo que no se confunda con los coquies. Esto cesa súbitamente cuando se acerca una persona. Esta especie es endémica a Puerto Rico.

Ver ilustración – Reinita de Labio Blanco

Coquí común, *Eleutherodactylus coqui*

De amplia distribución en las elevaciones bajas de Puerto Rico, es castaño o gris castaño con abdomen de gris o fangoso. Los machos pueden tener una banda blanca dorsal. Se encuentra generalmente en bromelias, en hoyos en los taludes, y bajo los troncos, rocas o basura. En el bosque se encuentra más alto, en cavidades de los árboles y de las palmas. Come insectos terrestres y de hojarasca. Cantan solamente los machos. El canto empieza al anochecer, es más fuerte durante la primera mitad de la noche y vuelve a subir al amanecer. El canto bajo espanta otros machos y el alto atrae las hembras. Sus enemigos son los anfibios, reptiles y aves. Los machos defiendan los huevos por los 20 días de su desarrollo. Esta especie es endémica a Puerto Rico.

Los coquies se comen por arañas, escorpiones, ciempiés, lagartitos, culebras, y 15 especies de aves. Ellos comen insectos, hormigas, grillos, y cucarachas.

Ver ilustración – Coquí Común

Coquí de las hierbas, *Eleutherodactylus brittoni*

Ampliamente distribuido, se encuentra solamente en las hierbas. El dorso es castaño claro o gris castaño y el vientre es de color claro. Se distingue por dos líneas, una clara arriba y una oscura debajo. Es entre las especies más pequeñas, 16-20 mm. Los machos cantan un “tic-tic-tic-tic”. Su dieta es una gran mezcla de insectos. Es especie endémica a Puerto Rico.

Ver ilustración – Coquí de las Hierbas

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Los reptiles y anfibios son importantes como consumidores de insectos y roedores dañinos. Las especies locales protegidas por ley federal incluyen los careyes, los tinglars, la boa y la iguana de Mona. Las tortugas se han protegido debido a una reducción alarmante en su población como resultado de la caza para su carne. La boa se clasificó por el temor de que su población se había reducido debido a la destrucción de su hábitat por la deforestación. La iguana de Mona se ha protegido debido a su limitación a una isla pequeña, desértica, donde han introducido predadores.



Unas especies locales de anfibios no protegidas incluyen el sapo concho, el sapo toro y el coquí. De reptiles, incluyen la salamanduca casera, la gallina de palo y la culebra corredora. Con excepción de la gallina de palo, todos comen insectos, un papel bienvenido. La gallina de palo come hojas, pero hasta ahora no ha causado daño significativo.

La mayoría de los sapos y ranas ponen huevos fertilizados en el agua, donde se desarrollan como renacuajos hasta que producen pulmones y patas antes de salir a tierra. Otras especies ponen huevos en sitios húmedos, algunas encerrándolos en una jalea para conservar la humedad. Algunas especies de coquí protegen sus huevos en la boca del macho.

Ver ilustración – Ciclo de la Rana

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Ver los anfibios y reptiles en su habitat  
Identificar especies comunes de anfibios y reptiles  
Observar un lagartijo por una hora  
Ver nidos, huevos en el bosque  
Ver renacuajos en la charca  
Ver anfibios y reptiles enjaulados  
Ver caracoles en su habitat  
Buscar murciélagos

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Cómo se distinguen entre los anfibios y los reptiles?  
¿Porqué cantan los coquies?  
¿Es beneficioso el sapo común?  
¿Son beneficiosas las culebras?  
¿Qué comen las culebras?  
¿Atacan la gente las culebras del país?  
¿La culebras del país son venenosas?  
¿Quiénes son los enemigos de los anfibios?  
¿Quiénes son los enemigos de los reptiles?  
¿Qué será el futuro de la gallina de palo?  
¿Para qué hay murciélagos?  
¿Atacan a los humanos los murciélagos?  
¿Para que sirven los caracoles?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Inventario de las especies en Santa Ana  
Determinar la densidad de cada especie (Núm./cuerda)  
Determinar el habitat preferido de cada especie  
Determinar la ecología de un anfibio

Determinar la ecología de un reptil  
Determinar la ecología de los caracoles  
Atraer coquies con trampas de bambú  
Marcar caracoles para observar su movimiento

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Conocer las utilidades y preservar los habitats de los anfibios, reptiles, murciélagos, y caracoles. Localizar escondites de bambú para los coquies. Corregir muchas percepciones falsas del público sobre ellos.

## LOS INSECTOS Y ARTRÓPODOS DE SANTA ANA

### INFORMACIÓN BÁSICA

Hay más insectos en el mundo que todas las otras clases de animales combinados. Como un 75 por ciento de los animales son insectos.

Vea ilustración – Dónde Encontrar Insectos

Los insectos pertenecen a un grupo grande de animales que se llama “artrópodos”. Incluye las arañas, garrapatas, escorpiones, cangrejos, camarones y ciempiés. Todos estos animales tienen patas articuladas y un esqueleto externo. Los insectos se distinguen de los otros artrópodos al tener 3 pares de patas articuladas mientras los otros tienen 4 pares. Los cuerpos de los insectos tienen 3 regiones: cabeza, tórax, y abdomen. Los otros tienen 2 partes: cabeza y tronco. La mayoría de los insectos tienen alas, mientras que otros artrópodos no las tienen. Las características distintivas son los exoesqueletos, las tres regiones de cuerpo, los tres pares de patas y las alas.

Nombra las partes principales de un insecto

Ver ilustración - Un Insecto

El proceso de cambio de los insectos, desde huevos hasta adulto, variable entre los órdenes, se llama metamorfosis. Algunos insectos no pasan las etapas de metamorfosis, como la lepidoptera.

Ver ilustración – No Metamorfosis

Otros insectos pasan por lo que se llama metamorfosis gradual. Un caso es el saltamontes. Los jóvenes que salen de los huevos se parecen a los adultos, pero son más pequeños y sin las alas. Se llaman ninfas y a través de varios cambios gradualmente adquieren el tamaño y forma del adulto.

Ver ilustración - Saltamontes

Tres órdenes, incluso los caballitos de San Pedro, tienen una metamorfosis incompleta. Los jóvenes viven en agua mientras que los adultos están en el aire. Las náyades salen de huevos puestos en el agua o en plantas en el agua. No se parecen a los adultos. No viven fuera del agua. Comen en el agua insectos más pequeños. Pasa por varias etapas hasta que salen del agua, se abre la espalda, aparecen alas y es un adulto.

Ver ilustración - Caballito de San Pedro

Los insectos más avanzados, como las mariposas pasan por metamorfosis completa. Desde el huevo pasan por una etapa de larva, luego de pupa y entonces de adulto. Las larvas parecen gusanos y mastican plantas para crecer. La pupa es una etapa de descanso en que, sin comer, hay mucho cambio de forma hasta que llega a la etapa adulta. La tarea principal de los adultos es de poner huevos para la próxima generación. Chupan el néctar de flores y mueren pronto después.

Ver ilustración - Mariposa.

La diferencias entre insectos sociales y no sociales. La mayoría de los insectos son solitarios, solamente dependen de ellos mismos para sobrevivir. Pocas especies son sociales, dependientes unos de otros para sobrevivir. Estas incluyen las abejas, avispas, comején, polillas y hormigas. Cada miembro de estos grupos tiene una tarea propia. Algunos cuidan los jóvenes, otros buscan alimento, otros construyen nidos, o se alimentan unos a otros.

El comején: de género: *Nasutotermes*. El comején construye de su excremento un panal de un pie y medio de diámetro, en los árboles o en la tierra. Como los comejenes no tienen un casco sobre sus cuerpos, necesitan humedad. Si el panal está en un árbol, ellos construyen un túnel sobre o dentro de la corteza del árbol, también de su excremento, hasta la tierra. El árbol favorito del comején es el flamboyán, una especie que se queda hueca debido al ataque de las termitas.

La colonia del comején consiste de una reina madre, un padre, obreros y obreras adultos, soldados adultos de ambos sexos, individuos jóvenes de todas estas clases, y huevos. A mediados de junio salen del panal adultos negros de los dos sexos, con alas, a volar en búsqueda de donde formar una colonia nueva. Muy poco de estos adultos se escapan de enemigos como pájaros y lagartijos.

La reina pone huevos (tres por minuto) y alimenta y protege su cría hasta que ellos puedan defenderse. Crecen como obreros o soldados. Los obreros construyen y extiendan el panal al aumentar su población. Los soldados defienden la colonia. La madera es el alimento de los adultos, pero la reina y sus crías se alimentan del vómito y excreciones de los obreros. La reina produce un exudado abundante que comen los obreros. Para obtener más de esto, arrancan tiras de pellejo de la piel de ella.

Ver ilustración - Colonia

La polilla: género: *Cryptotermes* (termita escondida) es el insecto más destructivo en Puerto Rico. No fabrica comejenera ni túneles. No necesita más agua que lo que tiene la madera. La única indicación externa es un agujero insignificante en la madera, del cual caen granitos de excremento y en algunas épocas del año vuelan los adultos con alas transparentes.

La polilla debilita las piezas gruesas de madera y come alrededor de los clavos de edificios, una explicación del vuelo de techos de madera durante los vientos huracanados. Dejan la madera hueca.

La reina de la polilla es mas pequeña que la del comején y pone menos huevos. Las ninfas que salen de los huevos no pueden roer la madera y reciben alimento de la reina. En su tercer año pueden ser adultos con alas o soldados con una gran cabezota. No hay obreros. Si muere la reina, una de las más viejas de las crías se pone oscura de color y empieza a poner huevos.

Contrario al comején, la polilla no ataca todas las maderas. Algunas tienen compuestos que no comen, tales como el corazón de la caoba, el cedro hembra, el guayacán, la cóbana negra y el mangle rojo. No es la dureza de la madera que provee la resistencia al ataque, sino la composición química. Muchas maderas del país tienen alguna resistencia pero su protección pide la aplicación de un insecticida que penetre la madera. Éste puede ser un baño de 10 minutos en una solución de sulfato de cobre o de cloruro de zinc a un por ciento en agua. Una mano superficial no es suficiente.

Las hormigas tienen por lo menos tres castas que hacen ciertas funciones, la reina, los machos y los trabajadores. Las reinas nuevas y los machos tienen alas y vuelan y procrean. Después los machos mueren y las reinas hacen nidos nuevos. Allí la reina se dedica solamente a la producción de huevos. Puede haber más de una reina en un nido. Los trabajadores preparan el nido, buscan alimento alimentan los jóvenes y defiende el nido contra enemigos.

Familias y órdenes principales

Ver ilustración - Órdenes Principales

Coleóptera – alas frontales gruesas. caculos, escarabajos, cucubanos  
Casco duro que cubre alas, mastican

Hymenóptera – alas traseras con ganchos pequeños que encajan en las alas frontales. abejas, avispa, hormigas

Lepidóptera – mariposas, alevillas  
Alas cubiertas con escamas, chupan

Díptera – Moscas, mosquitos, mimes  
Dos alas, vuelan rápidamente, llevan enfermedades

Siphonáptera – pulgas  
Sin alas, brincan, se alimentan de sangre

Neuróptera – hormiga león  
Dos pares de alas, mastican

Hemíptera – chinches  
Huelen, chupan plantas y animales, dañino

Homóptera – chicharras, salta hojas, áfidos  
Cuerpo en forma de pera, alas verticales, chupan plantas

Orthóptera – grillos, saltamontes, cucarachas  
Mastican, muchos brincan, patas largas

Odonatas – caballitos de San Pedro  
Dos alas grandes, vuelan bien, mastican

Isóptera – comején, polilla  
Soldados con narices (solo el comején), en comunidades grandes en  
madera, obreros no tienen alas

Ephemérida – moscas de mayo  
Alas grandes, cola larga

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

Los insectos beneficiosos llevan a cabo la polinización; producen miel, seda y laca; conservan el suelo y el agua; controlan insectos dañinos y hierbajos; acaban con los desperdicios y alimentan otros animales. Los insectos dañinos transmiten enfermedades, consumen alimentos almacenados, destruyen cosechas y árboles, y son plagas en las casas. exponer al pueblo a enfermedades de la piel.

Ver ilustración - Enfermedades

El control más efectivo no es el uso de químicos tóxicos sino de otros insectos, pájaros, reptiles y anfibios. Controles indirectos incluyen soltar millones de machos esterilizados para evitar la reproducción, la importación de insectos que son predadores de los dañinos, rotación de cosechas; plantaciones de mezclas de especies y eliminación de sitios para procrear, como agua estancada para mosquitos.

Sin los insectos, los árboles frutales no tendrían polinización. Habría mucho menos flores, pájaros y murciélagos. Desaparecería la miel y la seda. Como sigue la

cadena hasta los animales mayores, se afectarían por falta de la abundancia de su alimento. Los insectos muertos constituyen materia orgánica que enriquece el suelo para la producción de cosechas y vegetación

Ver ilustración – Cadena de Alimentos

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Localizar mariposas en su habitat  
Identificar especies comunes de insectos  
Observa los insectos que usan la charca  
Ver el interior de un nido de comején  
Encontrar arañas en su habitat  
Explorar la hojarasca para artrópodos e insectos  
Buscar arañas y observarlos captar presas

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Qué comen los insectos?  
¿Qué beneficios dan los insectos?  
¿Qué beneficios dan los termites?  
¿Qué insectos y artrópodos pican duro?  
¿Qué se hace para una picada?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Preparar una colonia de hormigas.

Necesita dos botellas con bocas anchas. Una debe ser mayor que la otra. La menor debe caber dentro de la grande con como media pulgada de distancia. La grande debe ser más alta que la pequeña. Se cierra bien la menor con su tapa y se pone dentro de la mayor. En la tapa de la mayor se hacen dos perforaciones de  $\frac{1}{4}$  pulgada. En una se pone un corcho que lo cierre bien. Es por esta donde la colonia recibirá su comida. Sobre la otra perforación se pega un cedazo de media de mujer para permitir la entrada y salida del aire.

Una colonia de hormigas se mete entre las dos botellas, llenando el espacio entre ellas hasta el tope de la botella grande. Entonces se cierra la tapa de la botella grande con la colonia adentro. Inmediatamente las hormigas van a arreglar su sitio, colocando los huevos y produciendo túneles. Amarra un plástico rojo alrededor de la botella. Las hormigas son nocturnas y no ven rojo. Entonces puedes seguir la observación de sus actividades por el plástico.

Las hormigas necesitan agua, que se puede dar por el boquete con una jeringa. También necesitan agua con azúcar para comer y fragmentos de huevo duro. No dé demasiado alimento porque el exceso se pudre adentro.

Determinar la densidad de mariposas en Santa Ana  
Hacer inventario de los insectos en la charca

Identificar los insectos del suelo  
Determinar las plantas preferidas por las mariposas  
Determinar la ecología de un insecto  
Determinar la ecología de un artrópodo  
Determinar la ecología de los lombrices  
Determinar la distancia entre nidos de comején  
Compara número de mariposas abajo y arriba  
Plantar las flores que atraen las mariposas

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Demostrar lo atractivo que son varios insectos y artrópodos de Puerto Rico. Conocer y preservar sus habitats para el disfruto del público.

### LOS ECOSISTEMAS DE SANTA ANA

#### INFORMACIÓN BÁSICA

Donde cada especie nativa tiene ambiente para sobrevivir se reconoce un balance de la naturaleza. Todos los animales y plantas necesitan alimento. En el caso de las plantas pueden ser nutrientes en el suelo. Algunas plantas viven de otras. Los animales todos necesitan plantas para vivir. Muchos viven de otros animales. Hay un orden desde los primitivos hasta las especies más desarrolladas. Un ejemplo: los peces comen renacuajos, las aves comen peces, las culebras comen aves y las mangostas comen culebras.

Vea ilustración - Pirámide de Alimentos

Las plantas producen los alimentos que sostienen los animales. Los bosques, compuestos de plantas, proveen albergue y escondites para los animales silvestres. En los bosques viven comunidades de animales que dependen unos de otros. Una planta en Puerto Rico que se protege es la palma manaca, una especie endémica a Puerto Rico tan rara que su futuro no está seguro.

Los insectos completan la fertilización de las flores de muchas plantas. Las aves dispersan las semillas de muchas plantas. En comunidades de fauna silvestre las distintas especies se controlan, una a otra, así evitando daño a su ambiente (el bosque). Un animal nativo puertorriqueño que está protegido es la cotorra, una especie endémica cuya población bajó a 13 ejemplares y ahora está aumentando, debido a su protección y cuidado.

Una cadena de alimentos consiste de diferentes especies de animales que producen un balance de la naturaleza. Cada especie, al comer, controla la abundancia de su alimento. También procrea en una abundancia que provee alimento para algún predador o parásito que, en turno, es comido por otra especie más “alta” en la cadena. La especie más alta en la cadena puede ser un mamífero grande o el hombre.

Ver ilustración – Cadena

## CIENCIA Y CONSERVACIÓN

### Definición de los términos ambientales

Población – la suma de todos los organismos vivos de una clase.

Comunidad – un conjunto de organismos que viven juntos como consecuencia de sus coincidencias ecológicas.

Ecosistema – un complejo de organismos vivos en conjunción con el medio en que viven.

Biosfera – la parte de la tierra y la atmósfera capaz de sostener organismos vivos.

Simbiosis – la asociación de dos o más organismos, a veces en beneficio mutuo.

Nicho – el lugar ocupado por una especie.

Hábitat – el conjunto de localidades que reúnen las condiciones apropiadas para la vida de una especie.

Conservación – la protección, mejora y aprovechamiento racional de los recursos existentes de acuerdo a principios que garanticen su mejor utilización económica y social.

Especie amenazada – una especie cuya población es tan limitada que produce preocupación sobre su futuro.

Especie en peligro de extinción – una especie cuya población está bajando tanto que si sigue esta tendencia va a desaparecer.

Extinción – desaparición de todos los ejemplares vivos.

Muchas actividades humanas reducen la capacidad del ambiente natural para sostener todas las especies. Esto destruye el balance de la naturaleza.

Una especie importante es la cotorra puertorriqueña. Es endémica. Antes vivía en toda la isla. Requiere hábitat de bosque con árboles grandes con cavidades para sus nidos. Comía frutos de los árboles, pero al extenderse la agricultura, también las cosechas agrícolas, de manera que algunas fueron muertas por agricultores. La deforestación casi total de Puerto Rico redujo su hábitat hasta que al principio del siglo pasado quedaron solamente en bosques cerca de Utuado, los manglares de Río Grande y el bosque del Yunque. Ya en 1930 se limitó al Yunque, donde hoy queda la única manada silvestre.

En El Yunque, de un total de como 2,000 aves la población iba bajando hasta que los inventarios en 1960 produjeron alarma. En 1968 empezó un programa gubernamental para salvarla. Para 1975 la población había bajado a 13 ejemplares. Quedaban sólo cuatro pares reproductivos.

El éxito en los nidos fue solamente de 25 por ciento. Se encontró que un problema fue el zorzal pardo, un ave antes ausente del hábitat de las cotorras. Los zorzales son agresivos y para anidar usaban las mismas cavidades que las cotorras, destruyendo los huevos y pichones de la cotorra.



Los biólogos determinaron que los zorzales defendían hasta un radio de distancia de su nido. Entonces, usando tubos plásticos, confeccionaron estructuras que los zorzales prefirieron a las cavidades de las cotorras para sus nidos. Montaron éstos más cerca de las cavidades de las cotorras que su radio de defensa, dejando los zorzales tan satisfechos que permitieron entrar las cotorras a los suyos. El éxito de los nidos de las cotorras subió a 75 por ciento.

La población de cotorras bajó tanto que existía un temor de perder la especie antes de poder ayudarla. Capturaron huevos para un aviario en El Yunque, donde fue posible producir más aves. Allí, a pesar de una tendencia de poca reproducción, fue posible en 1989 de trasladar 30 ejemplares a un segundo aviario en el Bosque Estatal de Río Abajo, como factor de seguridad contra huracanes.

En los dos aviarios ya hay más de 100 cotorras puertorriqueñas. En 2000 y 2001 se liberaron cotorras del aviario de Río Abajo en el Bosque Nacional. Hay perspectivas de soltar más en el futuro. De nuevo hay como 30 libres en El Yunque. Para considerar la especie “recuperada” y sin el peligro de extinción actual, harán falta muchas parejas anidando con éxito.

Ver ilustración – Cotorra

Para trabajar en ciencias ambientales se puede especializar como químico, en ciencias de la vida o las ciencias físicas. Para enseñar o investigar, será necesario un grado de doctor. Hay empleo en el gobierno, en las universidades, en las industrias y en trabajo de salud. Hay mucho empleo en el análisis de impactos y la determinación de mitigación para compensar los costos ambientales. La búsqueda de combustibles alternos y la reutilización de desperdicios también emplean los talentos de los ambientalistas.

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

Vea utilización completa, sombra total, densidad de raíces  
Vea la importancia de la localización de los organismos  
Vea la diversidad de las plantas y animales del bosque  
Vea competencia para luz, dosel y copas  
Vea interdependencia entre epifitas, líquenes, bejuocos  
Vea adaptaciones, raíces, corteza, ramificación, hojas  
Vea interacciones entre las especies, predadores, parásitos  
Vea la variación natural entre y adentro de las plantas  
Vea las semejanzas entre plantas de la misma familia  
Vea la sucesión ecológica del bosque  
Vea reproducción, semillas, arbolitos, donde están.

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

¿Qué necesitamos para vivir?  
¿Qué es un ecosistema? ¿Para qué sirve?

- ¿Qué beneficios tiene la diversidad biológica?
- ¿Dentro de un ecosistema hay enemigos?
- ¿Qué importancia tienen las plantas para los animales?
- ¿Qué importancia tienen los animales para las plantas?
- ¿Qué es una pirámide de alimento?
- ¿Qué es el balance de la naturaleza?
- ¿Qué son las relaciones entre las especies nativas y exóticas?
- ¿Por qué algunas especies son comunes y otras son raras?
- ¿Es deseable dejar los ecosistemas sin tocar?
- ¿Se ha perdido alguna especie en Puerto Rico?
- ¿Cuál es el animal que mejor representa Puerto Rico?
- ¿Qué puede hacer uno para mejorar el balance de la naturaleza?
- ¿Qué es el reciclaje? ¿Por qué hacerlo?
- ¿Cómo podemos reducir la contaminación?
- ¿Cómo podemos recuperar los ecosistemas?
- ¿Cómo se puede favorecer la diversidad de un bosque?

#### INVESTIGACIONES SUGERIDAS

Demostración de evolución, especies endémicas

Demuestra la contaminación del aire

Debe preparar y montar una trampa como demostración, con líneas marcando pulgadas cuadradas donde los candidatos puedan ver y contar las partículas. Le toca a ellos repetir el experimento, probablemente fuera del campamento.

Demuestra los efectos térmicos en la vegetación

Debe demostrar con un calentador en un acuario. Con 10 peces, notan su movimiento al prender y apagar el calor.

Demuestra los efectos del suelo causado por la erosión. Demuestra cómo producir erosión en tierra expuesta y el contraste con cubierta de grama. Regándolos con agua de una regadera envía agua limpia y sucia a las botellas

Ver ilustración – Demostración de Erosión

Mantén un ecosistema en una botella

Ver ilustración - Terrario

Haz visitas de observación a un área de estudio y anotar lo que encuentre

Hay que describir los factores abióticos (no-vivos), temperatura, aire, suelo y agua, en el área. Se debe contar y anotar el número de especies de plantas y de animales conocidas. Anota las fechas y horas del día con tus observaciones. Anota movimientos y donde se encuentran los animales.

Identificar las especies raras y la explicación

Comparar el número de semillas en sitios diferentes

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Reconocer y preservar muestras duplicadas de los ecosistemas naturales de Puerto Rico. Incluir en ellos los habitats y poblaciones de la mayoría de las especies de plantas y animales nativos. Desarrollo el acceso a ecosistemas atractivos para la educación del público en diferentes partes de Puerto Rico.

## **LA ARQUEOLOGIA DE SANTA ANA**

### **INFORMACIÓN BÁSICA**

Santa Ana parece un área atractiva para las culturas del pasado. Su localización es cerca de la costa y la bahía de San Juan. La charca y los terrenos llevaderos adyacentes podrían haber servido para sostener una familias. Si fuera así, es posible, a pesar de los cambios posteriores, de encontrar reliquias de su existencia aquí en el pasado.

### **OBSERVACIONES OFRECIDAS**

Buscar evidencia en el suelo

### **PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN**

¿Qué culturas podrían haber vivido aquí antes?

¿Qué reliquias quedarían?

### **INVESTIGACIONES SUGERIDAS**

Excavaciones supervisadas

### **APROVECHAMIENTO POSIBLE**

Aumentar el conocimiento de la prehistoria de Puerto Rico. Demostrar al público la evidencia del pasado.

## **LA CONSERVACION DE SANTA ANA**

### **INFORMACIÓN BÁSICA**

Los pueblos nativos del hemisferio tenían la reverencia para el ambiente natural como un valor común. Los europeos creían que los recursos naturales eran propiedad privada y como aparentaban no tener límites, los utilizaban indiscriminadamente a su conveniencia.

Al crecer la población, se intensificó el uso de la naturaleza. Cazaron los animales, cortaron los árboles, sacaron los minerales, y contaminaron los ríos y la atmósfera. Como los Estados Unidos tenía un territorio tan extenso, la población, al agotar los recursos de un sitio, podía mudarse a terreno “nuevo” hacía el oeste. Allí hicieron lo mismo hasta que no quedaron nuevas fronteras para explorar.

Ver ilustración – Población, CO<sub>2</sub>

Hoy, esta historia parece mala. Fue la falta de preocupación por límites que no se conocían, mientras su uso produjo la nación más rica de la Tierra. La preocupación por estos límites apareció al principio del siglo pasado en los sectores educados de la población. Se formaron organizaciones cívicas, el gobierno reservó bosques nacionales, parques nacionales y refugios de vida silvestre. Aparecieron reglas de control a la caza y otros usos de recursos públicos y privados. Ahora hay múltiples organizaciones globales, como las Naciones Unidas, con responsabilidades de controlar el uso del suelo, los minerales, el aire, los bosques, los animales y la vida marina.

El ambiente en que vivimos es todo lo que nos rodea. Incluye la tierra, el aire y el agua. Su condición original era pura, limpia y libre de objetos ajenos. Nosotros usamos la tierra para sembrar, el aire para respirar y el agua para beber. Al usarlos, los modificamos y dejamos basura que contamina el ambiente. Algunos ejemplos son latas de refrescos, botellas, papeles y bolsas plásticas que tiramos a la tierra, el humo de los carros en el aire y aguas usadas en los ríos.

Vea Ilustración - Contaminación

Tenemos todos la responsabilidad de mantener el ambiente libre de contaminación. Debemos disponer de todo desperdicio de forma que no ensucie el ambiente. ¿Ejemplos?

¿Qué puedes hacer para evitar la contaminación?

La política de dejar ningún rastro al visitar el ambiente natural, al seguir los siguientes principios:

- Planifica por adelantado. Aumenta la seguridad, reduce el impacto en el ambiente, más satisfacción
- Usa senderos existentes, no crees nuevos; usa poco terreno para acampar
- Llévate lo que trajiste. Dispón de los desperdicios; entierra los desperdicios humanos
- Deja lo que encuentres. No alteres las cosas naturales; restaura el sitio de acampar antes de abandonarlo
- Minimiza efectos del fuego. Usa estufa o poca leña, sólo seca. Apágalo completamente.
- No molestes los animales silvestres. No los alimentes o dejes alimentos disponibles para ellos.
- Quédate quieto. Aléjate de otros. No lles mascotas, ni instrumentos de audio.

Vivimos en un borde muy estrecho de la superficie del planeta. Las condiciones que nos sostienen son muy frágiles. Muchas especies se han eliminado debido a cambios en nuestro ambiente. Hay muchas organizaciones gubernamentales y hasta

internacionales preocupadas por el futuro del planeta. Quieren conservar los recursos naturales, como los minerales, el suelo, el aire, el agua, los bosques y los animales.

En Puerto Rico hay dos agencias gubernamentales que conservan animales silvestres, el Fish and Wildlife Service federal y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del gobierno de Puerto Rico. Por ley, ponen reglamentos para evitar abusos humanos contra los animales. Ponen límites a la caza, de tiempo y el número de presas. Estudian los hábitos de las especies que son raras y en peligro de extinción. También administran refugios donde los animales silvestres están protegidos. En Puerto Rico hay muchos refugios creados por el gobierno, como los bosques públicos y el Campamento de Guatajaka. También existen las áreas naturales protegidas del Fideicomiso de Conservación.

El manejo de la fauna silvestre es la ciencia y arte de manejar los animales silvestres con quienes compartimos el planeta. El fin es de conservar las especies. Se hace con la provisión del hábitat (albergue, alimento, agua y espacio) que asegura la supervivencia y salud de las especies. Distintos animales tienen distintos requisitos.

La destrucción del hábitat de la cotorra puertorriqueña. La cotorra, un ave forestal, se encontraba antes en toda la Isla y ahora, después de la deforestación general, quedan menos de 100 individuos en el bosque de El Yunque y otras en otro vivero en el Bosque de Río Abajo.

El drenaje de los humedales y la caza excesiva ha reducido la población de patos y otras aves que frecuentan estos hábitats. La Isla antes tenía una población de miles de patos migratorios y ahora quedan unos cientos aislados.

La primera manera de ayudar a conservar la fauna es aprender lo más que puedas sobre los animales. El punto de partida son sus necesidades y problemas. Esto no viene todo en libros. Hay que observar. Emplea tiempo en esto, no solo de día sino también de noche. Vas a encontrar que ellos necesitan albergue y privacidad, algo que los limita a sitios rurales, cerca de bosques o agua. Para preservar muchas especies de la fauna silvestre es necesario reservar refugios legalmente, o el hábitat se destruirá como parte del proceso de intensificación del uso del terreno.

Es posible traer al patio varias especies de aves, dejando los árboles y ofreciendo alimento, agua o sitios para anidar. Una vez que se conozca dónde encontrar la fauna, el segundo paso es la observación. El uso de un escondite con binoculares puede proveer horas de placer y dar ideas nuevas de cómo atraer los animales.

Ver ilustración - Comedero

En muchas comunidades hay organizaciones cívicas interesadas en conservación. Estas organizan conferencias y viajes donde la información se puede adquirir rápidamente. Como miembro, puedes influir sus actividades hacia lo que más te interesa.

Prácticas de manejo usadas en Puerto Rico: El Servicio de Pesca y Vida Silvestre y el DRNA están propagando cotorras en aviarios para aumentar la población de una especie en peligro de extinción. El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico obtiene terrenos de gran valor histórico, estético y ecológico y los protege a perpetuidad.

Observa y registra fauna silvestre y anota dónde y cuándo se encontraron. Esto exige anotar dónde y cuándo se encontró. Se puede incluir murciélagos, peces, anfibios y pájaros.

Ver ilustración - Aves, Coquíes, Lagartijos

La Universidad de Puerto Rico, Recinto de Humacao, ofrece un bachillerato en biología con concentración en manejo de vida silvestre, entre otros.

#### OBSERVACIONES OFRECIDAS

#### PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

- ¿Cómo cuidaron a Puerto Rico los indios?
- ¿Qué problemas ambientales tenemos?
- ¿Qué son recursos naturales?
- ¿Qué es la extinción? ¿Cómo sucede?

#### APROVECHAMIENTO POSIBLE

Impartir a la generación entrante la necesidad de conservar todos los recursos de Puerto Rico.

#### FUENTES DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA

Anfibios/reptiles – Rivero, J.A. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. Editorial Universitario, Universidad de Puerto Rico y Joglar, R. L. Los coquíes de Puerto Rico. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. Joglar, R. L. (ed.) Biodiversidad de Puerto Rico. 2005. Editorial del Instituto de Cultura Puertorriqueña

Arboles – Little, E.L. and F. H. Wadsworth. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. U. S. Department of Agriculture, Forest Service.

Aves – Raffaele, H. A. Birds of Puerto Rico and the Virgin Islands. Princeton University Press.

Geología – Vazquez Iñigo, L. Geología general de Puerto Rico, sus rocas y minerales.

Insectos – Torres, J. Ecología e identificación de insectos. Universidad de Puerto Rico.

## **APPENDIX F: CREATING A CURRICULUM**

There are many steps that one must take to create an appropriate curriculum for environmental education. The first of these steps involves accurate and unbiased teachings. A curriculum must ensure that students are learning a balance of ideas so that they can create their own viewpoints. It is the responsibility of the instructor to present both the pros and cons of every subject, and allow the students to analyze and interpret them individually. An instructor must also be sure to check the validity of the sources being used. The environment is a dynamic system whose constant changes could result in outdated statistical data. As the earth's climate and geological features are changing, the data for these areas are changing as well. (Carter, Vymetal-Taylor, 2000)

A suitable curriculum for environmental education must contain depth of the subject. It is important that students learn about both the natural environment as well as the environment that has been created by society. Once students understand the advantages and disadvantages of each, they can begin to develop their own opinions about the relationship between nature and society, and what they can do to maintain this relationship. Students must also learn about what types of species make up the environment, what makes these species different, and how all the different components work together. Once students understand the correlations between all parts of the environment, a more solid education can be introduced. (Carter, Vymetal-Taylor, 2000)

Students need to learn two different types of analyzing skills in order to fully be able to understand the subject matter at hand. These two types of processes are critical thinking and creative thinking. Critical thinking is used to thoroughly examine the problem or focus area. This method of analysis allows students to fully understand the

current situation and relate it back to knowledge that they have previously developed.

Instructors must be sure that the students are expanding their critical thinking skills and applying them to the theme of nature.

Creative thinking is necessary in order to apply the discoveries from the current analyses to any previous knowledge. Students should acquire the ability to connect old and new ideas and then apply these to their daily activities. (Carter, Vymetal-Taylor, 2000)

Once a proper environmental education curriculum is in place, future generations will develop a greater understand of society's place in the natural environment. This understanding is the foundation upon which environmental protection will be can be built. Environmental programs need to be built in order to bridge the gap between school curriculum and the actions and decisions that society makes.

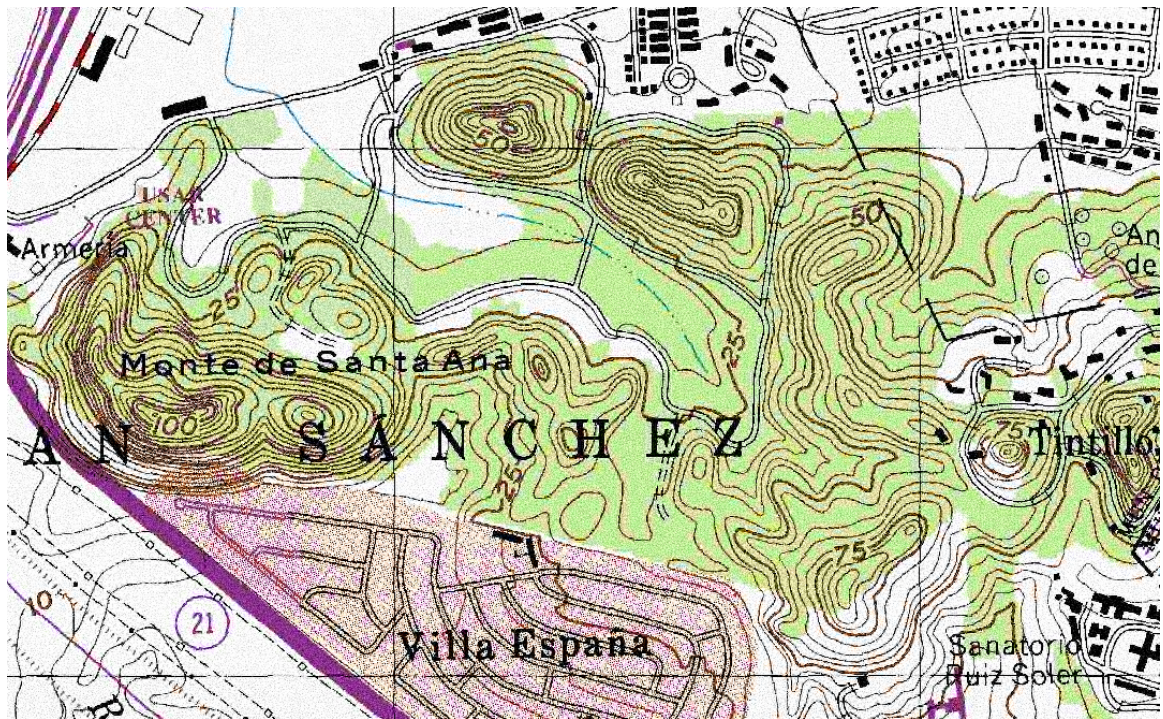


## **APPENDIX G: COST BENEFIT ANALYSIS SUMMARY**

In order to determine whether or not a reserve would be efficient, one must run a formal benefit-cost analysis (BCA). Loomis (1993) defines BCA as a method of measuring gains and losses due to a certain set of units. Although many parts are based around economic growth and deficit, social aspects are covered in the analysis as well. According to Portnoy (2002), the assumption can be made that what is best for each individual in society is also best for society as a whole. He explains that one of the biggest troubles in providing what is best for society comes when deciding what level is considered acceptable. Since not all individuals are at the same economic standing, many people could be receiving much more than they could have ever hoped for, while others do not find the opportunities to be sufficient.

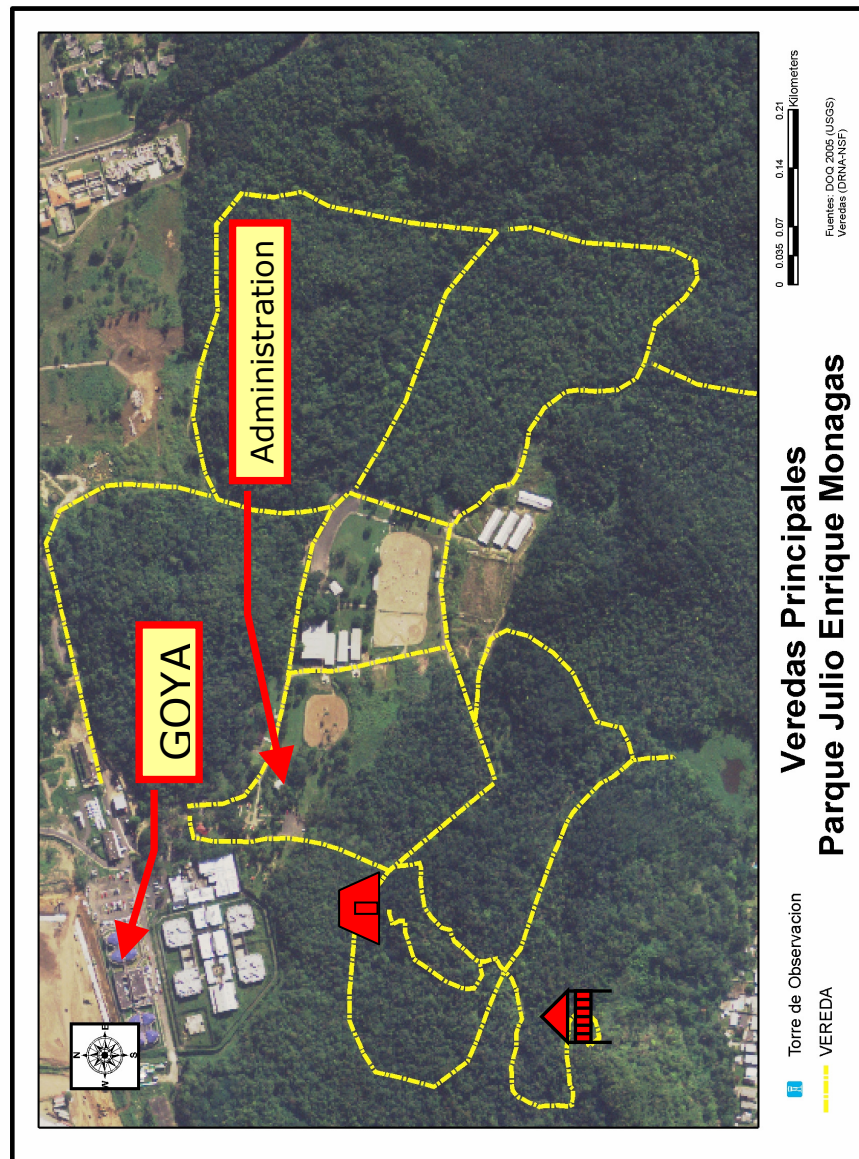
## APPENDIX H: TOPOGRAPHICAL MAP OF JULIO ENRIQUE MONAGAS PARK

The following is a topographical map of the Julio Enrique Monagas Park, in which Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) is located.



## JULIO ENRIQUE MONAGAS PARK

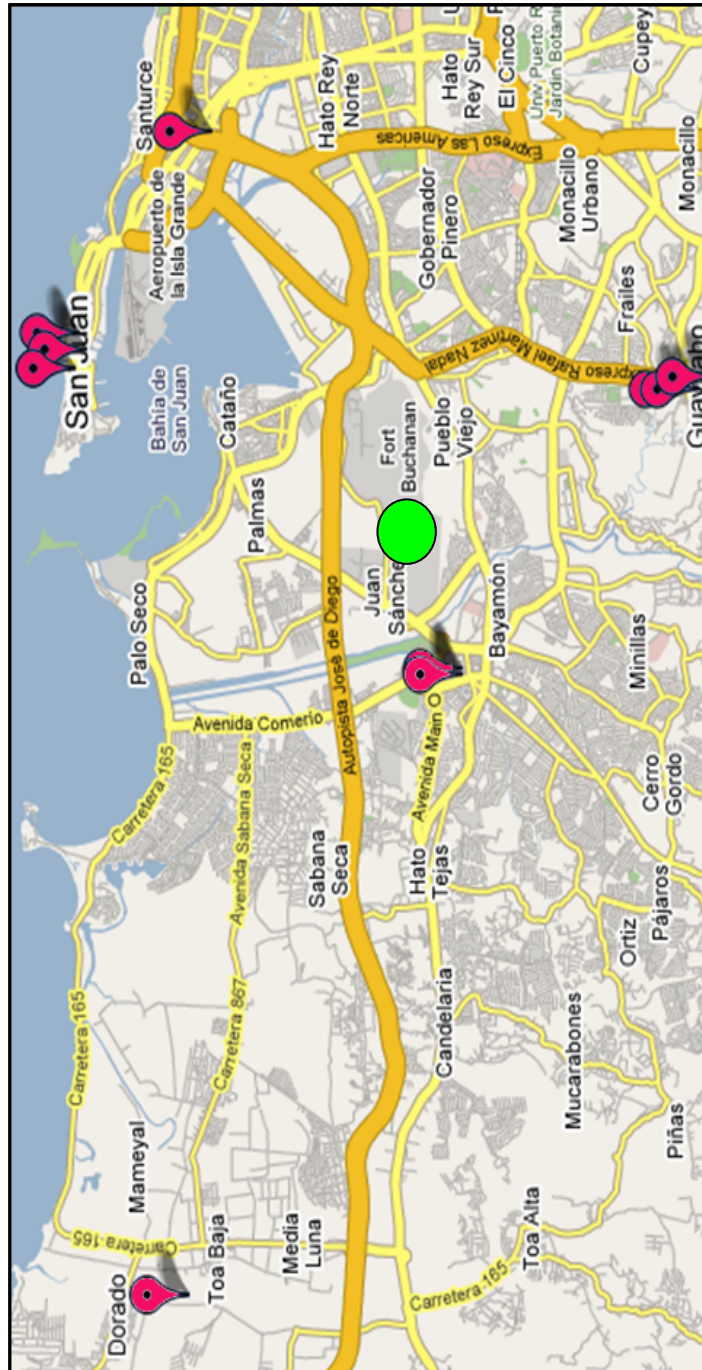
This is a satellite image of the Julio Enrique Monagas Park, where C.A.S.A. is located in. The “Administration” building belongs to Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico (CPNPR). The red bunker represents the location of C.A.S.A.’s office and the red tower shows the location of the observation tower.





## GEOGRAPHIC LOCATION OF SCHOOLS

The red pointers on the map indicate the location of the schools that have visited C.A.S.A. The green oval represents the location of C.A.S.A. The purpose of this map is to show where the majority of students that have already visited the Center are coming from.



## **APPENDIX I: INITIAL PRE- AND POST-TEST**

The first pre- and post-test were created to assess the education program at Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.). The only difference between this version of the pre- and post-test and the final version is the change in “Parte B”, question two. The change was made because question two was far too difficult for children (kindergarten to sixth grade) to answer.

## INITIAL PRE-AND POST-TEST QUESTIONS

### Parte B. Colorea el encasillado con la alternativa correcta.

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?



molinillo

almácigo

maría

malagueta

2. ¿A qué ave pertenece este sonido?

pájaro bobo

reinita común

julián chiví

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

3

9

17

26

5. Los caracoles son:

anfibios

gastrópodos

peces

aves

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

sombra

alimento

madera

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

endémicas

exóticas

## APPENDIX J: PRE-SURVEY AND PRE-TEST

The pre-survey and pre-test were combined onto one sheet to minimize the number of sheets that need to be passed out to the students. Therefore, the form has two parts: “Parte A” and “Parte B”. The pre-survey corresponds to “Parte A” of the form and the pre-test corresponds to “Parte B”. “Parte A” of the pre-survey includes three questions with answer choices that range from one (not interested) to four (very interested). In “Parte B”, the pre-test includes seven questions with the possibility of scoring up to a total of nine points. The two extra points that can be scored come from question six, in which all the answer choices are correct and the students are expected to choose all of them.

### PRE-SURVEY AND PRE-TEST QUESTIONS

#### Parte A. Colorea el encasillado que mejor te describe.

*[Color in the box that most closely reflects your feelings]*

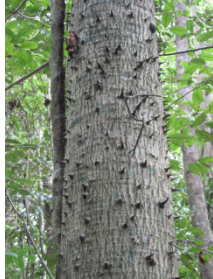
Preguntas <i>[Questions]</i>	Nada 1	Poco 2	Regular 3	Mucho 4
1. ¿Cuán emocionado te sientes al visitar el C.A.S.A. (Centro Ambiental Santa Ana)? <i>[Are you excited about visiting C.A.S.A.??]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. ¿Te gustaría escuchar las aves? <i>[Would you like to listen to the birds?]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3. ¿Te gustaría conocer los árboles? <i>[Would you like to learn about the trees?]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Parte B. Colorea el encasillado con la alternativa correcta.**

*[Color the box that corresponds to the correct answer]*

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?

*[What is the name of the tree in this image?]*



molinillo

almácigo

maría

malagueta

2. ¿Cuál es el ave que canta como si tirara besos?

*[Which bird's song sounds as if it is giving kisses?]*

pájaro bobo

reinita común

julián chiví

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

*[The most abundant type of rock at Santa Ana is sedimentary.]*  True  False

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

*[How many endemic bird species are there in Puerto Rico?]*

3

9

17

26

5. Los caracoles son: *[Snails are:]*

anfibios *[amphibians]*

gastrópodos *[gastropods]*

peces *[fish]*

aves *[birds]*

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

*[What is the importance of trees in urban areas?]*

sombra *[shade]*

alimento *[food]*

madera *[wood]*

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

*[What type of birds are the carpintero and the comeñame?]*

endémicas *[endemic]*

exóticas *[exotic]*





**PRE-SURVEY AND PRE-TEST FORM**  
**Centro Ambiental Santa Ana**  
**“Nuestra C.A.S.A.”**



**Parte A. Colorea el encasillado que mejor te describe.**

Preguntas	Nada 1	Poco 2	Regular 3	Mucho 4
1. ¿Cuán emocionado te sientes al visitar el C.A.S.A. (Centro Ambiental Santa Ana)?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. ¿Te gustaría escuchar las aves?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3. ¿Te gustaría conocer los árboles?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Parte B. Colorea el encasillado con la alternativa correcta.**

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?



molinillo

almácigo

maria

malagueta

2. ¿Cuál es el ave que canta como si tirara besos?

pájaro bobo

reinita común

julián chiví

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

3

9

17

26

5. Los caracoles son:

anfibios

gastrópodos

peces

aves

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

sombra

alimento

madera

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

endémicas

exóticas



**WPI** Worcester Polytechnic Institute

## APPENDIX K: POST-SURVEY AND POST-TEST

The post-survey and post-test were combined onto one sheet to minimize the number of sheets that need to be passed out to the students. Therefore, the form has two parts: “Parte A” and “Parte B”. The post-survey corresponds to “Parte A” of the form and the post-test corresponds to “Parte B”. “Parte A” of the pre-survey includes three questions with answer choices that range from one (not interested) to four (very interested). In “Parte B”, the post-test includes seven questions with the possibility of scoring up to a total of 9 points. The two extra points that can be scored come from question six, in which all the answer choices are correct and the students are expected to choose all of them.

### POST-SURVEY AND POST-TEST QUESTIONS

#### Parte A. Colorea el encasillado que mejor te describe.

*[Color in the box that most closely reflects your feelings]*

---

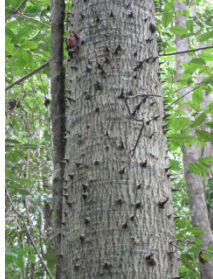
Preguntas <i>[Questions]</i>	Nada 1	Poco 2	Regular 3	Mucho 4
1. ¿Te gustaría regresar? <i>[Would you like to return?]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. ¿Te gustó escuchar las aves? <i>[Did you like listening to the birds?]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
4. ¿Te gustó conocer los árboles? <i>[Did you like learning about the trees?]</i>	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Parte B. Colorea el encasillado con la alternativa correcta.**

*[Color the box that corresponds to the correct answer]*

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?

*[What is the name of the tree in this image?]*



molinillo

almácigo

maría

malagueta

2. ¿Cuál es el ave que canta como si tirara besos?

*[Which bird's song sounds as if it is giving kisses?]*

pájaro bobo

reinita común

julián chiví

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

*[The most abundant type of rock at Santa Ana is sedimentary.]*  True  False

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

*[How many endemic bird species are there in Puerto Rico?]*

3

9

17

26

5. Los caracoles son: *[Snails are:]*

anfibios *[amphibians]*  gastrópodos *[gastropods]*  peces *[fish]*  aves *[birds]*

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

*[What is the importance of trees in urban areas?]*

sombra *[shade]*

alimento *[food]*

madera *[wood]*

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

*[What type of birds are the carpintero and the comeñame?]*

endémicas *[endemic]*

exóticas *[exotic]*

## POST-SURVEY AND POST-TEST FORM



### Centro Ambiental Santa Ana “Nuestra C.A.S.A.”



**Parte A. Colorea el encasillado que mejor te describe.**

Preguntas	Nada 1	Poco 2	Regular 3	Mucho 4
1. ¿Te gustaría regresar?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. ¿Te gustó escuchar las aves?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3. ¿Te gustó conocer los árboles?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Parte B. Colorea el encasillado con la alternativa correcta.**

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?



molinillo

almácigo

maria

malagueta

2. ¿Cuál es el ave que canta como si tirara besos?

pájaro bobo

reinita común

julián chivi

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

3

9

17

26

5. Los caracoles son:

anfibios

gastrópodos

peces

aves

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

sombra

alimento

madera

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

endémicas

exóticas



Worcester Polytechnic Institute

## APPENDIX L: PRE- AND POST-TEST ANSWER KEY

1. ¿Cuál es el nombre del árbol en la imagen?



molinillo

almacigo

maría

malagueta

2. ¿Cuál es el ave que canta como si tirara besos?

pájaro bobo

reinita común

julián chiví

comeñame

3. La roca caliza es la más abundante en el bosque Santa Ana.  Cierto  Falso

4. ¿Cuántas especies endémicas de aves hay en Puerto Rico?

3

9

17

26

5. Los caracoles son:

anfibios

gastrópodos

peces

aves

6. ¿Cuál es la importancia de los árboles en el área urbana?

sombra

alimento

madera

7. El pájaro carpintero y el comeñame son aves:

endémicas

exóticas

## APPENDIX M: STUDENT EVALUATION

**Explica en tus propias palabras o con un dibujo.**

*[Answer the following questions in your own words or with a drawing]*

1. ¿Cuál parte del recorrido fue la más interesante?

*[What was the most interesting part of the nature walk?]*

2. ¿Por qué es importante lo que aprendiste en el recorrido?

*[Why is what you learned on the nature walk important?]*

3. ¿Cómo evalúas la información brindada por los naturalistas?

*[How would you evaluate the material taught by the naturalists?]*

4. Describe brevemente tu experiencia sobre el recorrido.

*[Briefly describe your experience of the nature walk.]*

Sugerencias:

*[Suggestions]*

## STUDENT EVALUATION FORM



### Centro Ambiental Santa Ana “Nuestra C.A.S.A.”



Explica en tus propias palabras o con un dibujo.

1. ¿Cuál parte del recorrido fue la más interesante?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. ¿Por qué es importante lo que aprendiste en el recorrido?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. ¿Cómo evalúas la información brindada por los naturalistas?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. Describe brevemente tu experiencia sobre el recorrido.

Sugerencias:



Worcester Polytechnic Institute

## APPENDIX N: TEACHER EVALUATION

**Por favor piense en lo siguientes durante el recorrido.**

*[Consider the following questions during the nature walk]*

1. ¿Cuáles son las expectativas que tenías de C.A.S.A.?

*[What expectations did you have for C.A.S.A.?)*

2. ¿Cree que la visita complementa el material de su currículo?

*[Do you think the visit complements the material in your curriculum?]*

3. ¿Cree que los estudiantes disfrutaron de la visita?

*[Do you think the children enjoyed the nature walk?]*

4. ¿Qué piensa de las instrucciones y explicaciones de los naturalistas?

*[What did you think of the instructions and explanations of the naturalists?]*

5. ¿Le gustaría que sus estudiantes participaran de un recorrido mas específico?

*[Would you like your students to participate in a more specific nature walk?]*

6. ¿Promovería que sus estudiantes realizaran experimentos en el C.A.S.A?

*[Would you encourage your students to conduct experiments at C.A.S.A.?)*

7. Describa su experiencia en C.A.S.A.

*[Describe your experience at C.A.S.A.]*

Sugerencias:

*[Suggestions]*





TEACHER EVALUATION FORM  
**Centro Ambiental Santa Ana**  
**“Nuestra C.A.S.A.”**



Por favor piense en lo siguientes durante el recorrido.

1. ¿Cuáles son las expectativas que tenías de C.A.S.A.?
2. ¿Cree que la visita complementa el material de su currículo?
3. ¿Cree que los estudiantes disfrutaron de la visita?
4. ¿Qué piensa de las instrucciones y explicaciones de los naturalistas?
5. ¿Le gustaría que sus estudiantes participaran de un recorrido mas específico?
6. ¿Promovería que sus estudiantes realizaran experimentos en el C.A.S.A?
7. Describa su experiencia en C.A.S.A.

Sugerencias:



Worcester Polytechnic Institute

**APPENDIX O: PRE- AND POST-SURVEY DATA**

**PRE- AND POST-SURVEY RESPONSE – STUDENT GROUP 1**

Table 1b: Pre- and Post-Survey Response for Student Group One

Subject	Question 1		Question 2		Question 3	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	4	4	4	4	3	4
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	3	3	4
5	4	1	4	4	4	3
6	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	3	4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	3	4	4
11	4	4	4	4	3	3
12	4	4	4	4	4	3
13	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4	3
15	3	4	4	4	3	4
16	3	4	4	4	4	4
17	4	4	4	3	3	3
18	4	4	4	4	3	3
19	4	4	4	4	3	4
20	4	4	4	4	3	4
21	4	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4
23	4	3	4	4	4	4
24	3	4	4	4	4	4
25	3	4	4	4	4	4
26	3	4	4	4	4	4

*Note.* The scale used to record the subject’s responses ranged from 1 (not interested) to 4 (very interested)

**PRE- AND POST-SURVEY RESPONSE – STUDENT GROUP 2**

Table 2b: Pre- and Post-Survey Response for Student Group Two

Subject	Question 1		Question 2		Question 3	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	3	4	4	4
4	2	4	4	4	3	4
5	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4
7	1	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4
11	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4	4
16	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	4	4	4
18	4	4	4	4	4	4
19	3	4	4	4	2	4
20	4	4	4	4	4	4
21	3	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4
23	3	4	4	4	4	4
24	3	4	4	4	4	4
25	4	4	4	4	4	4
26	4	4	4	4	4	4
27	3	3	4	4	4	4
28	4	3	4	4	4	4
29	4	3	3	4	4	4
30	4	-	4	-	4	-

*Note.* The scale used to record the subject’s responses ranged from 1 (not interested) to 4 (very interested). All 30 subjects completed the pre-survey; however, 29 out of the 30 subjects completed the post-survey.

## APPENDIX P: PRE- AND POST-TEST DATA

### PRE- AND POST-TEST SCORES EXCLUDING QUESTION TWO

Table 7: Pre- and Post-Test Scores for Student Group One

Subject	Pre-test	Post-test
1	3	1
2	2	6
3	2	4
4	3	7
5	3	7
6	4	6
7	4	6
8	4	6
9	3	7
10	2	7
11	2	7
12	3	5
13	3	4
14	2	6
15	3	6
16	4	7
17	4	8
18	4	7
19	4	8
20	5	8
21	5	7
22	5	7
23	5	3
24	3	7
25	4	7
26	4	8

*Note.* The total score indicated for the first student group in the pre- and post-test excludes question two of the initial pre- and post-test questions (see Appendix I).

Table 8: Pre- and Post-Test Scores for Student Group Two

Subject	Pre-test	Post-test
1	2	5
2	1	5
3	4	5
4	4	3
5	2	2
6	3	7
7	1	4
8	1	7
9	3	6
10	3	6
11	1	5
12	4	7
13	6	7
14	3	2
15	5	3
16	2	2
17	4	5
18	4	5
19	2	3
20	2	6
21	3	5
22	1	5
23	1	8
24	1	6
25	0	6
26	3	6
27	3	6
28	2	3
29	4	4
30	3	1

*Note.* The total score indicated for the second student group in the pre- and post-test excludes question two of the finalized pre- and post-test questions (see Appendix J).

## PRE- AND POST-TEST SCORES INCLUDING QUESTION TWO

Table 9: Pre- and Post-Test Scores for Student Group Two

Subject	Pre-test	Post-test
1	2	6
2	1	4
3	5	2
4	4	7
5	2	4
6	3	8
7	1	7
8	1	6
9	3	6
10	3	6
11	1	8
12	4	8
13	6	2
14	3	4
15	6	7
16	2	6
17	5	5
18	4	6
19	2	9
20	2	7
21	3	7
22	2	7
23	2	3
24	1	7
25	0	4
26	3	3
27	3	5
28	2	6
29	4	6
30	4	2

*Note.* The total score indicated for the second student group in the pre- and post-test includes question two of the finalized pre- and post-test questions (see Appendix J).

**PRE- AND POST-TEST QUESTIONS BREAKDOWN – STUDENT GROUP 1**

**AND 2**

Table 10: Pre- and Post-Test Questions Breakdown for Student Group One and Student Group Two

Subject	Question 1		Question 2		Question 3		Question 4		Question 5		Question 6		Question 7	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-	Pre-	Post-
1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	-	-	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1
6	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	1	1
7	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
8	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
9	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	2	0	1
10	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	3	0	1
11	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	3	0	1
12	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	2	3	0	1
13	0	1	-	-	1	1	0	1	0	1	2	3	0	1
14	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1
15	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1
16	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	3	0	1
17	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	3	0	1
18	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	1
19	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	0
20	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	3	3	0	0
21	0	1	-	-	0	0	0	1	0	0	3	3	0	0
22	0	1	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
23	0	1	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
24	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
25	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
26	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
27	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	1	0	1
28	0	0	-	-	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
29	0	1	-	-	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0

30	0	1	-	-	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1
31	0	1	-	-	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
32	0	1	-	-	0	1	0	1	1	1	2	2	0	1
33	0	1	-	-	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1
34	1	1	-	-	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1
35	1	1	-	-	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0
36	1	1	-	-	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1
37	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	1	3	0	1
38	0	1	-	-	0	1	0	1	1	1	3	2	0	1
39	1	1	-	-	1	0	0	0	1	1	3	0	0	0
40	0	1	-	-	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
41	1	1	-	-	1	0	0	1	0	1	3	0	0	0
42	0	1	-	-	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0
43	0	0	-	-	1	1	0	1	0	0	3	1	0	1
44	0	1	-	-	0	1	0	1	1	0	3	1	0	0
45	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0
46	0	0	-	-	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
47	0	1	-	-	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0
48	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	1	3	0	1
49	0	1	-	-	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0
50	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
51	0	1	-	-	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
52	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
53	0	0	-	-	1	1	0	0	1	0	1	2	0	0
54	0	1	-	-	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
55	1	1	-	-	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
56	0	0	-	-	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
<hr/>														
Sum	17	48	-	-	25	44	8	43	13	28	92	109	11	34
Average	0.30	0.86	-	-	0.45	0.79	0.14	0.77	0.23	0.50	1.64	1.95	0.20	0.61
Percent	30%	86%	-	-	45%	79%	14%	77%	23%	50%	55%	65%	20%	61%

*Note.* Data from both student groups 1 and 2 have been compiled to calculate an aggregate average score for each question. In order to compare student groups 1 and 2, question 2 was omitted from both sets of data (see Appendix I and J). Scores in the table were tabulated by recording 1 point for a correct answer and 0 points for an incorrect answer (for questions 1, 3, 4, 5, and 7). Question 6 allowed the possibility of scoring up to 3 points. The scale ranged from 0 points (incorrect answer) to 3 points (all 3 answers correct).



**PRE- AND POST-TEST AGGREGATE SCORES – STUDENT GROUP 1 AND 2**

Table 11: Pre- and Post-Test Aggregate Scores for Student Group One and Student Group Two

Subject	Pre-	Post-
1	3	1
2	2	6
3	2	4
4	3	7
5	3	7
6	4	6
7	4	6
8	4	6
9	3	7
10	2	7
11	2	7
12	3	5
13	3	4
14	2	6
15	3	6
16	4	7
17	4	8
18	4	7
19	4	8
20	5	8
21	5	7
22	5	7
23	5	3
24	3	7
25	4	7
26	4	8
27	2	5
28	1	5
29	4	5
30	4	3
31	2	2
32	3	7
33	1	4
34	1	7
35	3	6
36	3	6
37	1	5
38	4	7
39	6	7
40	3	2
41	5	3
42	2	2
43	4	5
44	4	5
45	2	3
46	2	6
47	3	5
48	1	5
49	1	8
50	1	6
51	0	6
52	3	6
53	3	6
54	2	3
55	4	4
56	3	1
Pre-test Average	3.00	
Post-test Average	5.48	

*Note.* Data from both student groups 1 and 2 have been compiled to calculate aggregate average pre- and post-test scores for all the subjects (56 students) that participated in the study.

## **APPENDIX Q: EXHIBITS**

### **BACKGROUND**

C.A.S.A. is a type of museum that combines nature and science centers. A vital component to museum development and success is creating exhibits. One of the requirements to participate in the AAM Accreditation Program is to present regularly scheduled programs or exhibits. The Institute of Museum and Library Services (IMLS) determines eligibility for museums to receive federal funds partially based on their ability to exhibit public objects that they own.

According to the American Association of Museums (AAM), 2.3 million people visit museums per day, ninety percent of U.S. counties have at least one museum, and one third of the population has visited a museum in the past six months. Student field trips account for a large portion of visitors to museums.

According to Phil Shepherd, the Arts and Humanities Consultant for the Kentucky Department of Education, field trips develop a specific type of memory known as episodic. These memories record emotions, location awareness, and all five senses engaged during that episode. Shepherd asserts that episodic memories have the potential to store large amounts of information because many regions of the brain are alert.

Many museums are trying to unite formal education and school curriculums with exhibit topics to take advantage of the powerful memory potential that field trips have to offer. Exhibits at the Marian Koshland Science Museum follow the National Academies' National Science Education Standards which are a set of guidelines that promote scientific literacy in students. Education programs at the Miami Museum of Science and

Planetarium incorporate exhibits with formal education to support student visits and school curriculums. The Franklin Institute Science Museum has a curriculum connection program that allows the museum to change exhibits based on what local students are learning during that marking period.

### **RECOMMENDATION DETAILS**

The creation of Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A.) brought forth a wide range of opportunities for the people of Puerto Rico. The activities offered at C.A.S.A. allow people to learn about conservation and the nature that exists on their island. The information presented by the naturalists is in an intentional informal learning form. The students are expected to learn the material even though there is not a test. However, that is not the only type of learning that C.A.S.A. intends to incorporate to advance their program. In order to satisfy the needs of those who want to learn more from their experience at C.A.S.A., exhibits should be incorporated into the program.

Exhibits are an effective way for people visiting C.A.S.A. to experience an unexpected formal learning environment which can be characterized by an individual's desire for self-study and exploration. Through self-study, individuals can learn more about the trees and birds that were discussed during the nature walk. Exploration is a vital component of unexpected formal learning which can also indicate a person's curiosity level.

Indoor exhibits are a reliable education alternative to supplement information presented during the outdoor experience at C.A.S.A. or to take the place of the nature

walk in case of inclement weather. The success of exhibits is determined by the combination of several different types of exhibits: static, dynamic, and interactive.

A static exhibit can be as simple as a wall display of posters. As its name implies, this type of exhibit does not require any type of interaction or demonstration to use. It is important to incorporate some static exhibits into C.A.S.A.'s museum for people who would like to learn more detailed information about certain topics. Static exhibits at C.A.S.A. could present information about species of plants and animals commonly found at C.A.S.A. with life-like representations.

Dynamic exhibits are visually appealing and attract a lot of attention. One way to utilize this type of exhibit to its fullest would be to create a three-dimensional exhibit in the center of the museum that illustrates the interaction between various species in an ecosystem. This could be a floor-to-ceiling tree with inhabitants such as birds, snakes, snails, lizards, and mosses. Small signs around the tree could explain the importance of species interaction and coexistence. Another idea for a dynamic exhibit could include live ant farms. This would enable the visitors to view small insects in their natural environment without the fear that is usually associated with children and insects.

Interactive exhibits at C.A.S.A. could introduce children to scientific data collection. The students could record measurements from rain gauges and calculate average monthly rainfall. They could also count the number of a particular plant or animal they see during their tour and place stickers on a chart to represent what they saw.

## **TEMPORARY EXHIBIT ROOM**

Since the museum is still being developed at C.A.S.A., we helped the naturalists construct a temporary exhibit room in the office bunker. This exhibit room combined a variety of exhibit types mentioned previously. The static exhibits included posters of the endemic bird species at Santa Ana, information on trees and fun facts about the Puerto Rican Boa. For dynamic exhibits, two terrariums were constructed, one containing frogs and lizards, and the other containing snails. These provided visitors with the opportunity to see these species up close in case they were unable to encounter them on the nature walk. Lastly, the interactive exhibit allowed visitors to pick up and touch various objects that could be found on the trail. Items such as rocks, dead bugs, shells, and leaves were part of the display.

## **APPENDIX R: BLACK AND WHITE VERSION OF BROCHURE**

C.A.S.A. has a full color brochure; however, on many occasions the brochures are printed in black and white. For this reason, our group created an easy to read black and white version of C.A.S.A.'s brochure. In addition to the change in layout, this sample black and white brochure contains the sample C.A.S.A. logo developed by our group. Several other vital changes include: telling students to bring hand sanitizer and a snack. Lastly, the brochure also contains a map with directions on how to get to C.A.S.A.

## RESERVACIONES

### ¿QUÉ NECESITO PARA RESERVAR EN C.A.S.A.?

1. Hacer reservación por lo menos con 2 semanas de anticipación.
2. Los grupos deben tener al menos 1 adulto por cada 10 niños.
3. Cada visita debe confirmarse por lo menos con 5 días de anticipación.
4. Por razones de seguridad, los visitantes no podrán acceder a las veredas sin los zapatos adecuados.
5. Cada grupo es responsable de traer los materiales.
6. Cancelaciones deben hacerse con 5 días de anticipación.



### EQUIPO NECESARIO PARA SU VISITA

- ◆ Botas o zapatos de campo
- ◆ Mochila con linternas y lápiz
- ◆ Cantimplora o botellas de agua
- ◆ Merienda
- ◆ Poncho (trape)
- ◆ Bloqueador Solar
- ◆ Cámara fotográfica
- ◆ Repelente para Mosquitos
- ◆ Hand Sanitizer

## UBICACIÓN

Parque Julio Enrique Monagas  
Carretera Estatal #28 Km. 4.2  
Centro Industrial Luchetti  
Bayamón, Puerto Rico



## HORARIO

Lunes a Viernes: 8:00 a.m.-5:00 p.m.

Para más información puede comunicarse a:

Teléfonos: (787) 269-6600  
(787) 269-6603

Fax: (787) 779-5830

E-mail: [centroambientalsantaana@gmail.com](mailto:centroambientalsantaana@gmail.com)



## Centro Ambiental

◊ Santa Ana

# NUESTRA



# C.A.S.A.



Estado Libre Asociado de Puerto Rico  
Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico  
**Centro Ambiental Santa Ana**  
Parque Julio Enrique Monagas  
Bayamón, Puerto Rico

## ¿QUÉ ES "NUESTRA C.A.S.A.?"

Alguna vez se ha preguntado cómo era Puerto Rico antes de que lo cambiáramos? ¿Le gustaría verlo cubierto de bosques de árboles nativos y vida silvestre como lo estuvo antes? Esta oportunidad ahora se le ofrece a 30 minutos del área metropolitana de San Juan el Centro Ambiental Santa Ana, "Nuestra C.A.S.A." se encuentra en el Parque Julio Enrique Monagas en Bayamón.

C.A.S.A. provee programas educativos sobre la apreciación, estudio y conservación del ambiente. Es el primer centro natural de la Isla de esta clase, ya que tiene condiciones esencialmente naturales, está cercano a la ciudad y tiene instalaciones con su infraestructura.

Su objetivo principal es la educación ambiental, además de aumentar el conocimiento y la apreciación hacia el mundo natural. De esta manera, se garantiza el uso sabio de los recursos desde temprana edad.

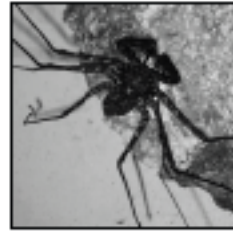


## CÓMO SURGE

El Dr. Frank Wedoworth, diseñador y socio fundador de la Sociedad de Historia Natural, encontró en el Parque Julio Enrique Monagas el lugar idóneo para hacer realidad uno de sus sueños: crear un Centro de Naturaleza en Puerto Rico. En el año 2002 se presentaron propuestas para preparar programas, buscar apoyo y adquirir fondos. Gracias a la Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico, la Sociedad de Historia Natural, el Fideicomiso de Conservación, el Departamento de Recursos Naturales, el Municipio de Bayamón y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos se pudo dar comienzo a este gran reto. Profundizó por el Arquitecto Antonio Suárez García, C.A.S.A. actualmente es una realidad. La Sociedad de Historia Natural aporta con asesoramiento y proveyendo los recursos que sean necesarios al Centro, que es administrado y operado por la Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico.

## LO NATURAL DE SANTA ANA

El Bosque Santa Ana es una joya natural que debemos conservar, ya que es uno de los pocos pulmones naturales restantes dentro de la zona metropolitana.



- ◆ Incluye más de 80 cuerdas protegidas de bosque.
- ◆ Red de senderos y veredas.
- ◆ Estanque de agua dulce.
- ◆ Tendrás la oportunidad de subir a la Torre de Observación en la cima del monte.
- ◆ Alberga una multitud de árboles nativos como la Palma Real, el Guaraguao, el Roble, el Jagüey, la Calba y la Moca.
- ◆ Diversidad de Flora y Fauna.
- ◆ Podrá observar aves endémicas como el San Pedro y el Pájaro Bobo Mayor, además de anfibios como sapos y ranas, coqueles y reptiles como el culebrón, entre otros.
- ◆ Al estar ubicado en la zona céntrica del norte, provee la oportunidad de aprender y observar fósiles, además de diversas formaciones y procesos geológicos.



*El Centro Ambiental Santa Ana ofrece Educación Ambiental*

*Sobre el Ambiente, En el Ambiente y Para el Ambiente*

## A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDO

C.A.S.A. orientará a la ciudadanía, especialmente a los niños, sobre la ecología y la relación entre los humanos y el medio ambiente natural. Está diseñado para recibir grupos de estudiantes, clubes y organizaciones que deseen recibir un programa variado y/o especializado sobre el ambiente. Además podrá ser utilizado por profesores y profesionales en el campo de las Ciencias Naturales.

Los profesores pueden elegir temas que deseen discutir para complementar sus currículos educativos en un ambiente natural y al aire libre, en el cual los jóvenes experimentarán un contacto inolvidable con la naturaleza.

Los programas educativos incluyen dinámicas grupales, juegos, charlas, películas, presentaciones y material audiovisual para una enseñanza efectiva.



## INSTALACIONES

- ◆ En el Parque Julio Enrique Monagas se han restaurado dos fortines para ser utilizados como centros de visitantes.
- ◆ Se ha construido una glorieta para reuniones, seminarios y actividades.
- ◆ Una Torre de Observación sobre uno de los montes, donde se puede apreciar el contraste entre el ambiente natural de Santa Ana y su entorno urbano.
- ◆ Salón de exhibiciones, además de instrumentos científicos.
- ◆ Instalaciones para efectuar investigaciones y estudios científicos.
- ◆ Próximamente se brindarán servicios bibliotecarios.



## **APPENDIX S: MANAGEMENT AND RESEARCH**

### **Safety**

- First aid station
- Review emergency procedures
- List emergency phone numbers
- List local personnel with first aid training

### **Urgent Needs/Protection Plan**

- Label areas that need to be protected on maps
  - Unauthorized biking
  - Rare/endangered plants or animals
- Determine patrolling schedules to enforce protected areas
- Assess need for park rangers

### **Management Plan**

- List all of C.A.S.A.'s resources
  - Flora and fauna (rare, endangered, endemic, exotic)
  - Trails
  - Water sources
  - Caves and rock formations
- List all major proposed activities

### **Financial Plan**

- Include cost-benefit analysis

### **Carrying Capacity**

- Identify sensitive species that may not tolerate high density human presence
- Determine need for steps or rest stops along trails

### **Special Use Permits and User Fees**

- Biking
- Rock climbing
  - To enforce regulations about protected area
  - Ensure that any fees are used for C.A.S.A.

### **Special Facilities**

- Maintain accessibility for challenged visitors on the trails

**Place Names**

Produce a map with all known place names in Santa Ana (or Julio E. Monagas Park)

- Roads
- Trails
- Bridges
- Waterways
- Mogotes
- Lookouts
- Old structures
- Rock formations

**Semi-Annual Report**

Upcoming events

List of current donors and research cooperators

Review of ongoing or completed

- Management activities
- Infrastructure or facility improvements
- Research

Major visitors to the site

**Visitor Suggestions**

Build a hut including

- Box for suggestions (tamper proof)
- Chained pens
- Comment/suggestion cards

**Transportation Plan**

Road and trail maintenance plan

Accessibility for emergency response vehicles

## Research

Any results from the following research topics can be exhibited in the museum.

### **Gardening**

Experiment with growing plants and attracting plants and animals

- Butterfly garden
- Flowering garden
- Vegetable garden

### **Climate Station**

Collect data with visitors and display at a permanent station

- Rainfall
- Temperature
- Wind velocity/direction
- Relative humidity

### **Faunal Populations Studies**

Number of species

Populations

Breeding habits

Major predators

Resource use

Ranges

Foraging habits

Resident or migratory behavior

### **Bird Species List**

Resident and migratory bird species

Plant species that they favor for food

Habitat

Nesting

### **Photographic guides**

Common trees

Common birds

### **Soil Profiles**

Geology

Topography

Soil types

**APPENDIX T: MANAGEMENT PLAN**

**Centro Ambiental Santa Ana  
1 May 2007**

Flora	Scientific Name	Status
Almácigo	<i>Bursera simaruba</i>	Native
Ausubo	<i>Manilkara bidentata</i>	Native
Avispillo	<i>Cinnamomum elongatum</i>	Native
Capá colorado	<i>Cordia nitida</i>	Native
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Native
Corcho bobo	<i>Guapira fragrans</i>	Native
Cuero de sapo	<i>Maytenus laevigata</i>	Native
Cupey	<i>Clusia rosea</i>	Native
Espino rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	Native
Gaeta	<i>Trichilia pallida</i>	Native
Garrocho	<i>Quararibaea turbinata</i>	Native
Guara	<i>Cupania americana</i>	Native
Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	Native
Hoja menuda	<i>Eugenia monticola</i>	Native
Jaguey	<i>Ficus citrifolia</i>	Native
Laurel amarillo	<i>Nectandra turbacensis</i>	Native
Laurel avispillo	<i>Nectandra coriacea</i>	Native
Lechecillo	<i>Chrysopyllum argenteum</i>	Native
Maga	<i>Thespesia grandiflora</i>	Native
Malagueta	<i>Pimenta racemosa</i>	Native
María	<i>Calophyllum calaba</i>	Native
Moca	<i>Andira inermis</i>	Native
Molinillo	<i>Hura crepitans</i>	Native
Nispero de costa	<i>Manilkara pleeana</i>	Native
Palma color	<i>Aiphanes acanthophylla</i>	Native
Palma corozo	<i>Acrocomia media</i>	Native
Palma Real	<i>Roystonea borinquena</i>	Native
Palo de hierro	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Native
Palo de manteco	<i>Licaria triandra</i>	Native
Palo de pollo	<i>Dendropanax arboreus</i>	Native
Péndula	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Native
Roble blanco	<i>Tabebuia heterophylla</i>	Native
Varital	<i>Drypetes glauca</i>	Native
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Exotic
Albizia	<i>Albizia procera</i>	Exotic

Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	Exotic
Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	Exotic
Caoba dominicana	<i>Swietenia mahagoni</i>	Exotic
Emajaguilla	<i>Thespesia populnea</i>	Exotic
Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	Exotic
Machete	<i>Erythrina berteroana</i>	Exotic
Mangó	<i>Mangifera indica</i>	Exotic
Mariposa	<i>Bauhinia monandra</i>	Exotic
Palma adonidia	<i>Adonidia merrilli</i>	Exotic
Palma cola de pescado	<i>Caryota mitis</i>	Exotic
Reina de las flores	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Exotic
Roble amarillo	<i>Tecoma stans</i>	Exotic
Roble plateado	<i>Tabebuia argentea</i>	Exotic
Tamarindillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	Exotic
Terocarpo	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Exotic
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	Exotic
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	Exotic

Fauna	Scientific Name	Status
Calandria	<i>Icterus dominicensis</i>	
Carpintero	<i>Melanerpes portoricensis</i>	Endemic
Chango	<i>Quiscalus níger</i>	
Comeñame	<i>Loxigilla portoricensis</i>	
Cotorra dominicana	<i>Amazona ventralis</i>	
Garrapatero	<i>Crotophaga ani</i>	
Garza blanca	<i>Egretta thula</i>	
Golondrina de cuevas	<i>Hirundo fulva</i>	
Gorrión negro	<i>Tiaras bicolor</i>	
Guaraguo Colirojo	<i>Buteo jamaicensis</i>	
Juí	<i>Myiarchus antillarum</i>	
Julián chiví	<i>Vireo altiloquus</i>	Migratory
Martinete	<i>Butorides striatus</i>	
Múcaro	<i>Megacop nudipes</i>	
Pájaro bobo mayor	<i>Saurothera vieilloti</i>	
Pájaro bobo menor	<i>Coccyzus minor</i>	
Paloma cabeciblanca	<i>Columba leucocephala</i>	
Paloma turca	<i>Columba squamosa</i>	
Periquito monje	<i>Myiopsitta monachus</i>	
Pitirre	<i>Tyrannus dominicensis</i>	
Playero colector	<i>Actitis macularia</i>	
Reina mora	<i>Spindalis zena</i>	
Reinita común	<i>Coereba flaveola</i>	

Reinita mariposera  
 Rolita  
 Tordo  
 Tortola aliblanca  
 Tortola cardo santera  
 Zorzal de patas  
 coloradas  
 Zorzal pardo  
 Zumbador dorado  
  
 Zumbador pechiazul  
 Zumbador Verde

*Columbina passerina*  
*Molothrus bonariensis*  
*Zenaida asiatica*  
*Zenaida aurita*  
*Turdus plumbeus*  
  
*Margarops fuscatus*  
*Anthracothorax*  
*dominicus*  
*Eulampis holocericeus*

Trail                                      Main Use (biking, hiking,      Length  
 etc.)

Water Source

Rock Formation

Activity	Initiation Date	Completion Date	Supervisor	Funding
----------	-----------------	--------------------	------------	---------

## APPENDIX U: SAFETY INFORMATION SHEET

### Safety Information Centro Ambiental Santa Ana 1 May 2007

First Aid Station:

Primary station located in the cafeteria of the office bunker.

Secondary first aid station located at Park's Company Administration building.

First aid kit includes:

- antiseptic spray and cream
- alcohol swabs
- iodine
- bandages
- gauze
- dressings
- antihistamines
- ibuprofen
- acetaminophen
- gloves

Emergency Procedures:

Contact Compañía de Parques Nacionales administration building to initiate emergency response system.

Emergency Phone Numbers

<b>Name</b>	<b>Phone Number</b>	<b>Location</b>	
Germaris	(787)269-6600	Parks Adm.	Superintendent
Madera		Office	
Nelson Díaz	(787)593-5843	C.A.S.A.	CPR, First aid
Miguel Santiago	(939)218-8173	C.A.S.A.	CPR, First aid

## **APPENDIX U: BOY SCOUTS OF AMERICA: PUERTO RICO COUNCIL**

The Boy Scouts of America (BSA) is an organization that is committed to instilling the ethical values of the Scout Oath and Law in children and young adults. Among other things, a scout is: trustworthy, loyal, helpful, and obedient. The Concilio de Puerto Rico [Puerto Rico Council] includes the entire island, and follows these same beliefs and values. Within the Puerto Rico Council the members choose to join a variety of teams or patrols that include: Aquatics Team, Voyageurs, Administration Team, Sports Team, Program Aide, Order of the Arrow Patrol and Nature Team.

In order to become a member of the nature team in the Puerto Rico Council, a scout must undergo vigorous training. There are sessions on the weekends during the school year, and an annual summer session that they must attend. In order to join, scouts must pass a year long series of exams and be chosen by the current team. There are only a few available spots each year, making the process very selective.

### **NELSON DÍAZ AND MIGUEL SANTIAGO**

There are currently two naturalists at Centro Ambiental Santa Ana (Santa Ana Environmental Center, C.A.S.A), Nelson Díaz and Miguel Santiago. Both men are members of the nature team with the Puerto Rico Council of the BSA, and serve as “nature interpreters” at the Center. They lead nature walks through the forest and administer dynamic activities with the students who come through C.A.S.A. Both Nelson and Miguel received training through the Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico [Conservation Trust of Puerto Rico] in the area of nature interpretation. They have earned the title of interpreters by proving that they can improvise each hike and teach the



natural aspects that they see. Nelson has a bachelor's degree in Environmental Science with a concentration in teaching. Miguel has a bachelor's degree in Geography. They both served as directors of the nature team and attend yearly trainings at Camp Guajataka.

## APPENDIX V: INTERPRETIVE GUIDE

All of the following fun facts Each of the following pages can be compiled into a booklet about birds, geology, and trees found at C.A.S.A.

**Centro Ambiental Santa Ana**

---

**Parada \*\* - Pájaro Bobo Menor**



- Su nombre científico es *Coccyzus minor*.
- Tiene partes ventrales amarillas con partes dorsales grises. Su cola es larga con rayas de blanco y negro.
- Se alimenta de invertebrados, arañas y caracoles.

**Centro Ambiental Santa Ana**

---

**Parada \*\* - Pitirre**



- Su nombre científico es *Tyrannus dominicensis*.
- Tiene cuerpo gris y blanca con cabeza negra.
- Se alimenta de insectos y frutas.
- Es muy agresivo.
- Su canto es otomatopeyo. Canta su propio nombre.



## Parada \*\* - Tórtola Cardosantera



- Su nombre científico es *Zenaida aurita*.
- Tiene cuerpo marrón con mancha iridiscente en el cuello. Tiene puntos negros y franjas blancas en las alas.
- Se alimenta de frutas, insectos y lombrices.
- Traga grava fina para ayudar con la digestión.



## Parada \*\* - Guaraguao Colirojo



- Su nombre científico es *Buteo jamaicensis*.
- Tiene cuerpo marrón con cola larga.
- Se alimenta de roedores, lagartijos, serpientes, invertebrados grandes y aves.
- Cuando vuela, se parece como una cometa porque aletear poco para conservar su energía.



## Parada \*\* - Múcaro Común



- Su nombre científico es *Megascops nudipes*.
- Tiene partes dorsales marrones con partes ventrales blancas.
- Se alimenta de insectos, aves, lagartijos y roedores.
- Es un especie endémica.



## Parada \*\* - Jui



- Su nombre científico es *Myiarchus antillarum*.
- Tiene partes dorsales marrones con partes ventrales claras.
- Se alimenta de insectos y frutas.
- Es una especie endémica.
- Su canto es otomatopeyo. Canta su propio nombre.

Centro Ambiental Santa Ana



Parada \*\* - Tórtola Aliblanca



© Kevin T. Karlson

- Su nombre científico es *Zenaida asiatica*.
- Tiene cuerpo pardo y gris con banda blanca en las alas. Tiene anillo ocular azul.
- Se alimenta de semillas y frutas.

Centro Ambiental Santa Ana



Parada \*\* - Reina Mora



- Su nombre científico es *Spindalis portoricensis*.
- Tiene parte dorsal verde oliva bien oscuro con partes ventrales claras.
- Se alimenta de insectos y frutas.
- Es una especie endémica.

Centro Ambiental Santa Ana



Parada \*\* - Paloma Cabeciblanca



- Su nombre científico es *Patagioenas leucocephala*.
- Tiene plumaje gris y negro con cabeza blanca.
- Se alimenta de frutas.
- Su canción se parece como otras palomas y tórtolas.



## Parada \*\* - Rolita



- Su nombre científico es *Columbina passerina*.
- Tiene cuerpo gris y marrón. Su pico es anaranjado con blanco.
- Se alimenta de semillas, frutas y, a veces, insectos.



## Parada \*\* - Pájaro Bobo Mayor



Foto: Mark Oberle

- Su nombre científico es *Saurothera vieillotii*.
- Su garganta y pecho son gris. Su estómago es anaranjado. Tiene una cola larga con rayas blancas.
- Se alimenta de lagartijas, arañas, orugas y escarabajos.
- Es una especie endémica.





## Parada \*\* - Carpintero de Puerto Rico



- Su nombre científico es *Melanerpes portoricensis*.
- Las partes dorsales son negras. Su garganta y pecho son rojos. Tiene manchas blancas en la frente y la cola.
- Se alimenta de larvas de escarabajos y hormigas.
- Es una especie endémica.



## Parada \*\* - Zorzal de Patas Coloradas



- Su nombre científico es *Turdus plumbeus*.
- Su cuerpo y alas son gris. Tiene rayas de negro y blanco en su garganta. Tiene patas rojas.
- Se alimenta de frutas, insectos y, con menos frecuencia, lagartijos.
- El color del pico de los machos cambia a negro durante el tiempo de cría.



## Parada \*\* - Comeñame de Puerto Rico



- Su nombre científico es *Loxigilla portoricensis*.
- Tiene plumaje negro y pico grueso. Tiene manchas rojizas sobre los ojos, en la garganta, y debajo de la base de la cola.
- Se alimenta de frutas, semillas, insectos, caracoles y arañas.
- Prefiere las ramas exteriores de árboles y arbustos.



## Parada \*\* - Reinita Mariposera



- Su nombre científico es *Dendroica adelaidae*.
- Es de dorso gris con la garganta y el pecho color amarillo. Tiene una línea amarilla y blanca sobre el ojo.
- Se alimenta de saltamontes, orugas, escarabajos, chinches, moscas, arañas y de vez en cuando, algún coquí.
- Canta enérgicamente hasta tarde en las mañanas.





## Parada \*\* - Reinita Común



- Su nombre científico es *Coereba flaveola*.
- Es de dorso negro con el pecho color amarillo y abdomen blanco. Tiene una línea blanca sobre el ojo.
- Se alimenta de nectar de los flores y de azúcar.
- Es el pájaro más abundante en la isla.



## Parada \*\* - Julián Chiví



- Su nombre científico es *Vireo altiloquus*.
- Es de dorso marrón con el pecho color amarillento. Tiene una línea blanca sobre el ojo.
- Se alimenta de insectos y frutas.
- Es un pájaro migratorio. Visita a la isla los meses febrero a septiembre.
- Su canto es otomatopeyo. Canta su propio nombre.



## Parada \*\* - Calandria



- Su nombre científico es *Icterus por-toricensis*.
- Tiene un cuerpo negro con parchas amarillos en alas y cola.
- Se alimenta de invertebrados, frutas, lagartijos y coqúes.
- Vive en bosques, plantaciones y jardines.



## Parada \*\* - Chango



- Su nombre científico es *Quiscalus niger*.
- Tiene cuerpo y cola color negro. Su ojo es amarillo.
- Se alimenta de caracoles, frutas, semillas, ranas, lagartijos y néctar.
- Prefiere vivir cerca de pantanos.



## Parada \*\* - Garrapatero



- Su nombre científico es *Crotophaga ani*.
- Tiene plumaje negro con cola larga. Su pico es encrestado.
- Se alimenta de insectos, arañas, lagartijos y huevos de otras aves.



## Parada \*\* - Gorrión Negro

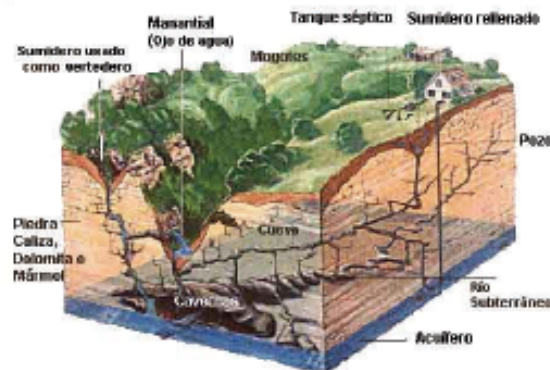


- Su nombre científico es *Tiaris bicolor*.
- Tiene dorso verde olivo, con cabeza y pecho color negro.
- Se alimenta de insectos y semillas.
- La hembra pone de dos a tres huevos a la vez.



## Parada \*\* - Zona Karsica

- Es un área formada de sedimentos de suelo disueltos.
- Es caracterizado por cuevas, manantiales, sumideros y ríos subterráneos.
- El karso no puede ser visto desde la superficie.



## Parada \*\* - Roca Caliza



- Se encuentra mucho desde la zona noroeste hasta la zona este de la isla.
- Es una roca sedimentaria.
- Se crea una topografía similar a una caja de huevos.
- Tiene gran cantidad de el mineral de calcita entre sus formaciones.



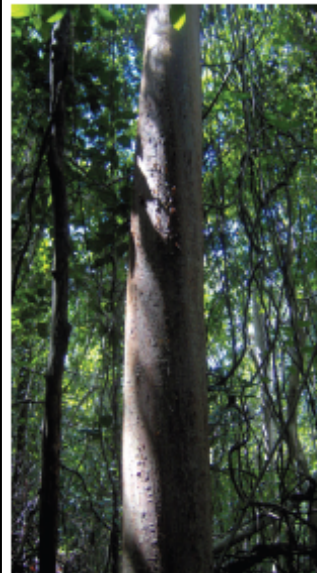
## Parada A - Molinillo



- Nombre científico: *Hura crepitans*
- Tiene tronco espinoso
- Produce látex venenoso
- Su madera es liviana y fuerte
- La semilla parece una calabaza la cual “explota”
- Se usa la semilla para hacer joyería



## Parada \*\* - Almácigo



- Nombre científico: *Bursera simaruba*
- Es nativo de las Indias Occidentales
- Crece en los bosques de cerros calizos
- Su corteza es brillante, lisa y de color cobrizo
- La resina que exuda se ha usado para sellar canoas
- Tiene usos medicinales





## Parada \*\* - Malagueta



- Nombre científico: *Pimenta racemosa*
- Tiene tronco liso y de color marrón
- Sus hojas emiten olor fragante
- Sus hojas son utilizadas para remedeios medicinales



## Parada \*\* - Palma de Corozo



- Nombre científico: *Acrocomia media*
- Nativa de las áreas costera y la base de los cerros
- Tiene pequeñas flores de color amarillo pálido
- A pesar de su tronco espinoso se utiliza mucho para ornamento



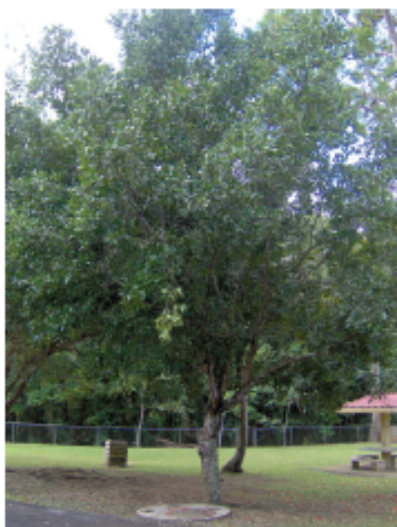
## Parada \*\* - Palma Real



- Nombre científico: *Roystonea borinquena*
- Su tronco tiene visibles anillos y forma erguida
- Cada grupo de cuatro anillos representa un año
- Tiene frutas pequeñas de color amarillo
- Se reconoce fácilmente por una espiga alargada en el centro
- Tiene usos artesanales



## Parada \*\* - María



- Nombre científico: *Calophyllum calaba*
- Se usa frecuentemente para la reforestación
- Tiene unas flores pequeñas
- Su semilla es redonda y muy deseada por las aves y murciélagos
- Su tronco es fuerte y se utiliza en construcciones



## Parada \*\* - Espino Rubial



- Nombre científico: *Zanthoxylum martinicense*
- Tiene espinas en forma cónica
- Es intolerable a la sombra; necesita la luz para su desarrollo
- Es de crecimiento acelerado
- Tiene flores amarillentas pequeñas



## Parada \*\* - Tulipán Africano



- Nombre científico: *Spathodea campanulata*
- Tiene el nombre local “Meaito”
- Es un árbol ornamental de flores anaranjado brillante
- Tiene tronco claro y hueco
- Su crecimiento es rápido y agresivo
- Es necesario para el desarrollo de otras especies de árboles





## Parada \*\* - Almendra



- Nombre científico: *Terminalia catappa*
- Sus hojas son verdes y rojas
- Tiene tronco pálido
- Produce una semilla comestible y una bella madera
- Su fruta es aplastada, de forma ovalo, amarillas o rojizas cuando maduras



## Parada \*\* - Ceiba



- Nombre científico: *Ceiba pentandra*.
- Tiene tronco liso, macizo y de color gris.
- Sus hojas son compuestas de 5 a 8 hojuelas dispuestas palmeadamente.
- Crece en suelo pobre, en áreas secas y húmedas.



## Parada \*\* - Roble Blanco



- Nombre científico: *Tabebuia heterophylla*.
- Su fruto crece en vaina y es de color marrón.
- Tiene flores abundantes en la copa en pequeños ramilletes.
- Es utilizada como ornato alrededor de las casas.



## Parada \*\* - Cupey



- Nombre científico: *Clusia rosea*.
- Crece en la mayoría de los suelos.
- Sus hojas son gruesas y coriáceas.
- Tiene flores rosadas en los extremos de las ramitas.
- Su fruta es como una bola y de color verde amarillo.



## Parada \*\* - Mango



- Nombre científico: *Mangifera indica*
- Tiene tronco grueso y denso
- Su fruto varía en tamaño y color y calidad de la pulpa
- Tiene flores fragrantas de color verde amarillo o rosado



## Parada \*\* - Péndula



- Nombre científico: *Citharexylum fruticosum*.
- Tiene la corteza áspera de color castaño que se desprende en tiras largas y angostas.
- Su fruta es casi redondo, lustroso, de color castaño rojizo o negro.
- Tiene hojas opuestas y elípticas de color verde amarillo.



## Parada \*\* - Guaraguao



- Nombre científico: *Guarea guianensis*.
- Tiene copa espesa de hojas grandes de color verde oscuro.
- Su corteza es áspera con muchas grietas longitudinal.
- Tiene muchas flores de color blanco verdoso.



## Parada \*\* - Guano



- Nombre científico: *Ochroma pyramidale*.
- Tiene corteza lisa de color gris rosado.
- Sus hojas son grandes, casi redondas y acorazonadas.
- Tiene flores grandes, blancuzcas y verdosas en forma de campana.





## Parada \*\* - Brucayo



- Nombre científico: *Erythrina poeppigiana*.
- Tiene bellas ramilletes de flores de color rojo anaranjado.
- Sus hojas alternan con tres hojuelas anchamente ovaladas.
- Su corteza es lisa y de color castaño verdoso.

## **GLOSSARY**

**Biodiversity**- Biological diversity in an environment as indicated by numbers of different species of plants and animals

**Biome** - A complex biotic community characterized by distinctive plant and animal species and maintained under the climatic conditions of the region, esp. such a community that has developed to climax

**Consumers** - A heterotrophic organism that ingests other organisms or organic matter in a food chain

**Decomposers** - An organism, often a bacterium or fungus, that feeds on and breaks down dead plant or animal matter, thus making organic nutrients available to the ecosystem

**Producers** - A photosynthetic green plant or chemosynthetic bacterium, constituting the first trophic level in a food chain; an autotrophic organism

**Semi-standardized interviews** - Unstructured interviews that do not limit the interviewers questions in any way

**Unstandardized interviews** - Interviews with flexible structures that may be adjusted according to the subjects

## REFERENCES

- America internet usage and population statistics*. Retrieved April 3, 2007  
<<http://www.internetworldstats.com/stats2.htm#caribbean>>
- Andriamihaja, B., & Wright, P. C. (2002). Making a rain forest national park work in Madagascar: Ranomafana National Park and its long-term research commitment. In L. Davenport, M. T. Rao J. & C. van Schaik (Eds.), *Making parks work: Strategies for preserving tropical nature*. Island Press.
- Arvai, J. L., Campbell, V., Baird, A., & Rivers, L. (2004). Teaching students to make better decisions about the environment: lessons from the decision sciences. *Journal of Environmental Education*, 36, 33-44.
- Baker, Jr., H. H. (1973). A new direction for federal environmental education. *Peabody Journal of Education*. 51, 4-11.
- Bennett, L., Bird, T., Ivery, M., Lucas, J., Mehlenbacher, B., Morton, J., et al. *Usable E-learning: A conceptual model for evaluation and design* from  
<<http://www4.ncsu.edu/~lmwhitma/elearning05.pdf>>
- Berg, BL (2007). *Qualitative Research Methods For The Social Sciences*. Boston, MA: Pearson Education Inc.
- Carter, R, & Vymetal-Taylor, M (2000). Guidelines for Excellence. *Environmental Education Materials: Guidelines for Excellence Workbook*, Retrieved January 28, 2007, from <http://naaee.org/npeee/workbook.pdf>.
- Conner, Marcia (2005). Informal Learning. Retrieved February 6, 2007, from Ageless Learner Web site: <http://agelesslearner.com/intros/informal.html>
- Definition of e-learning. (2006). *Webster's new millennium™ dictionary of English*. Lexico Publishing Group, LLC. <<http://dictionary.reference.com/browse/e-learning>>
- Dupuy, B., Maitre, H. F., & Amsallem, I. (1999). Tropical forest management techniques: A review of the sustainability of forest management practices in tropical countries. [Electronic version]. *Forestry Policy and Planning Division*.
- Ehrlich, PR, & Ehrlich, A (1981). *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. New York: Random House Inc.

- Falk & Dierking, (2002). Mindmap of the contextual model of learning. Retrieved February 5, 2007, Web site: <http://www.interaction-ivrea.it/theses/2002-03/c.noessel/figure1.htm>
- Figueroa, J. C., & Wadsworth, F. H. (1987). *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies*. Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experimentation Station, U.S.D.A. Forest Service, University of Puerto Rico.
- Francis, John K.; Mastrantonio, J. Louise. (October 1997). A Student Guide to Tropical Forest Conservation. Retrieved January 14, 2007, from <http://www.fs.fed.us/global/lzone/student/tropical.htm>
- Gehrke, D., & Turban, E. (1999). Determinants of successful website design: Relative importance and recommendations for effectiveness. [Electronic version]. *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*, <<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6293/16785/00772943.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=772943>>
- Gregor, S., & Lin, A. C. (2006). *Designing websites for learning and enjoyment: A study of museum experiences*. [Electronic version]. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 7(3) <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/viewArticle/364/735>>
- Helmer, E.H. (January 2004). Forest conservation and land development in Puerto Rico. *Landscape Ecology, Volume 19, Number 1*, Retrieved January 20, 2007, from <http://www.springerlink.com/content/v15689781336q1xv/?p=dce45e02cfba4b0790e6263e8ccd9748π=1>
- Hudson, S. J. (2001). Challenges for environment education: Issues and ideas for the 21st century. [Electronic version]. *BioScience*, 51(4), 283.
- Kimche, Lee (1978, January, 20). Science Centers: A Potential for Learning. *Science, New Series*, 199, No. 4326, Retrieved April 2, 2007, from <http://links.jstor.org/sici?sici=0036-8075%2819780120%293%3A199%3A4326%3C270%3ASCAPFL%3E2.0.CO%3B2-C>
- Langholz, J. (2002). Privately owned parks. In J. Terborgh, C. van Schaik, L. Davenport & M. Rao (Eds.), *Making parks work: Strategies for preserving tropical nature* (pp. 172) Island Press.
- Loomis, J. B. (1993). *Integrated public lands management*. New York: Columbia University Press.



- Lugo, A. E. (1995). Management of tropical biodiversity. [Electronic version]. *Ecological Applications*, 5(4)
- Lugo, Ariel E. (1994). Preservation of Primary Forests in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Conservation Biology*, 8, Retrieved January 20, 2007, from <http://links.jstor.org/sici?sici=0888-8892%28199412%298%3A4%3C1122%3APOPFIT%3E2.0.CO%3B2-D>
- Martinuzzi, S., Gould, W.A., Ramos-Gonzales, O.M. (2005). Emerging Issues Along Urban/Rural Interfaces: Linking Science and Society. Retrieved January 20, 2007, Web site: [http://www.urbanforestrysouth.org/Resources/Library/copy3\\_of\\_copy4\\_of\\_Citation.2005-04-28.5241/](http://www.urbanforestrysouth.org/Resources/Library/copy3_of_copy4_of_Citation.2005-04-28.5241/)
- Palmer, J. A. (1998). *Environmental Education in the 21st Century*. Florence, KY, USA: Routledge.
- Portnoy, P. R. (2002). Benefit-cost analysis. *The Concise Encyclopedia of Economics*. Retrieved February 22, 2007 from <http://www.econlib.org/LIBRARY/Enc/BenefitCostAnalysis.html>
- Ritter, Michael E. (2006). The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography. Retrieved January 23, 2007, from University of Wisconsin Stevens Point Web site: [http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/title\\_page.html](http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/title_page.html)
- Rivera, Magaly. (2007). Welcome to Puerto Rico. Retrieved January 14, 2007 from <http://welcome.topuertorico.org/index.shtml>
- Roosevelt, Theodore. (April 1934). Land Problems in Puerto Rico and the Philippine Islands, *Geographical Review*, Volume 24, Number 2, Retrieved January 21, 2007, from <http://links.jstor.org/sici?sici=0016-7428%28193404%2924%3A2%3C182%3ALPIpra%3E2.0.CO%3B2-1>
- Salant, P. & Dillman, D. (1994). *How to conduct your own survey*. John Wiley & Sons, Inc..
- Schmink, M. (1987). The rationality of tropical forest destruction. In Colon, Julio C. Figueroa, F. H. Wadsworth & S. Branham (Eds.), *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies* (pp. 11). Puerto Rico: Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, USDA Forest Service.
- Shaw, Robert P. (1932). Scientific Exhibits and Their Planning. *The Scientific Monthly*, 35, No. 4, Retrieved April 2, 2007, from <http://links.jstor.org/sici?sici=0096-3771%28193210%2935%3A4%3C370%3ASEATP%3E2.0.CO%3B2-O>

- Shepherd, Philip (2007). Field Trips: A Critical Element in Learning. Retrieved April 13, 2007, from Kentucky Educational Television Web site:  
[http://www.ket.org/artstoolkit/general/trips/critical\\_element.htm](http://www.ket.org/artstoolkit/general/trips/critical_element.htm)
- Stalcup, B (1996). *Endangered Species: Opposing Viewpoints*. San Diego, CA: Greehaven Press, Inc.
- Turner, I.M. (1996). Species Loss in Fragments of Tropical Rain Forest: A Review of the Evidence. *The Journal of Applied Ecology*, 33, Retrieved January 20, 2007, from  
<http://links.jstor.org/sici?sici=0021-8901%28199604%2933%3A2%3C200%3ASLIFOT%3E2.0.CO%3B2-C>
- The West-Georgia Project: Description of the Integration Model and Abstracts of Related Studies. *Auburn University School of Forestry and Wildlife Sciences*, Retrieved January 20, 2007, from  
[http://web6.duc.auburn.edu/academic/forestry\\_wildlife/ctr\\_forest\\_sustainability/pdfs/WeGA%20pamphlet3%20Feb%2011,%202004.pdf](http://web6.duc.auburn.edu/academic/forestry_wildlife/ctr_forest_sustainability/pdfs/WeGA%20pamphlet3%20Feb%2011,%202004.pdf)
- van Schaik, C., & Rijksen, H. D. (2002). Integrated conservation and development projects: Problems and potential. In J. Terborgh, C. van Schaik, L. Davenport & M. Rao (Eds.), *Making parks work: Strategies for preserving tropical nature* (pp. 15) Island Press.
- (2001). Endangered and threatened species fact sheet. Retrieved January 29, 2007, from U.S. Fish and Wildlife Services Web site: [http://www.fws.gov/caribbean-ecoteam/animals\\_FS.htm](http://www.fws.gov/caribbean-ecoteam/animals_FS.htm)
- (2004). Bayamón, Puerto Rico: The CDBG Program. Retrieved February 16, 2007, from Home & Communities: US Department of Housing and Urban Development Web site:  
<http://www.hud.gov/offices/cpd/communitydevelopment/programs/cdbg30/pr/award.cfm>
- (2004). International Institute of Tropical Forestry. Retrieved February 4, 2007, from International Institute of Tropical Forestry Web site:  
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/>
- (2005). Expectativas generales de aprendizaje por grado. Retrieved January 21, 2007, from Departamento de Educacion del Estado Libre Asociado de Puerto Rico Web site:  
<http://de.gobierno.pr/deportal/Descargas/Academicos/Expectativas/Ciencia.pdf>
- (2006, June 18) Problems: Forest Conversion. World Wildlife Fund. Retrieved January 14, 2007 from

[http://www.panda.org/about\\_wwf/what\\_we\\_do/forests/problems/conversion/index.cfm](http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/forests/problems/conversion/index.cfm)

- (2006). Institute for Learning Innovation. Retrieved February 5, 2007, from Contextual model of learning Web site: <http://www.ilinet.org/contextualmodel.htm>
- (2006). Puerto Rico: Census of Agriculture. Retrieved February 16, 2007, from United States Department of Agriculture: National Agricultural Statistics Service Web site: <http://www.nass.usda.gov/pr/farms.html>
- (2007, January 18). The World Factbook: Puerto Rico. Retrieved January 20, 2007, from CIA Web site: <https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/print/rq.html>
- (2007). The forest biome. Retrieved January 21, 2007, from University of California Museum of Paleontology Web site: <http://www.ucmp.berkeley.edu/exhibits/biomes/forests.php>
- (2007). Who are we?. Retrieved January 29, 2007, from Natural History Society of Puerto Rico Web site: <http://www.naturalhistorypr.org/>
- (2007). Definition of Education. Retrieved January 30, 2007, from Merriam-Webster Online Web site: <http://merriamwebster.com/dictionary/education>
- (2007). Education Programs. Retrieved April 13, 2007, from Miami Museum of Science Web site: <http://www.miamisci.org/www/education.html>
- (2007). Learning at the Marian Koshland Science Museum. Retrieved April 13, 2007, from Marian Koshland Science Museum Web site: <http://www.koshland-science-museum.org/teachers/index.jsp>
- (2007). Resources for Science Learning. Retrieved April 13, 2007, from The Franklin Institute Web site: <http://fi.edu/learn/educators.html>
- (2007). Science Museum. Retrieved April 13, 2007, from The Franklin Institute Web site: <http://fi.edu/learn/educators.html>
- (2007). Global Positioning System: Serving the World. Retrieved April 26, 2007, from GPS Web site: <http://www.gps.gov/>
- (2007). Global Positioning System (GPS). Retrieved April 26, 2007, from FAQs - GPS Basics Web site: <http://gps.faa.gov/FAQ/faq-gps-text.htm>
- (2007). Why GPS?. Retrieved April 26, 2007, from Trimble - GPS Tutorial Web site: <http://www.trimble.com/gps/whygps.shtml>

(2007). Making the Case about the Value of Museums. Retrieved April 13, 2007, from American Association of Museums Web site: <http://www.aam-us.org/getinvolved/advocate/statistics.cfm>

(2007). What is a museum?. Retrieved April 13, 2007, from American Association of Museums Web site: <http://www.aam-us.org/aboutmuseums/whatis.cfm>