Improving English Comprehension thru Educational Games A Case of Grade 3 Students of Assumption College Ubonratchathani.

Sumalee Seesawat

An Action Research Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Management
in Organization Development and Management
Faculty of Graduate School of Business
Assumption University
Academic Year 2016

Copyright of Assumption University

Improving Critical Thinking Skills Among Biology Students of Grade 12 Through Inquiry Based Method

Sairung Pravittana

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

An Action Research Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Management
in Organization Development and Management
Faculty of Graduate School of Business
Assumption University
Academic Year 2016
Copyright of Assumption University

Action Research Title	Improving Critical Thinking Skills among Biology Students of Grade 12 through Inquiry Based Method.
By	Sairung Pravittana
Major	Master of Management in Organization Development and Management (MM.OD & M)
Action Research Advisor	Sirichai Preudhikulpradab, Ph. D.
Academic Year	1/2016

The Graduate School/Faculty of Graduate School of Business, Assumption University, has approved this action research as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Management in Organization Development and Management.

K. Phothikitti
.....
Dean of Graduate School of Business, Kitti Phothikitti, Ph. D.

ACTION RESEARCH EXAMINATION COMMITTEE

Sirichai pr
..... Program Director
Sirichai Preudhikulpradab, Ph.D.

Vorapot Ruckth
..... Chairman
Vorapot Ruckthum, Ph. D.

Sirichai pr
.....Action Research Advisor
Sirichai Preudhikulpradab, Ph. D.

Bro. Prawat Sutthinont
..... Committee
Rev. Bro. Prawat Sutthinont, f.s.g., Ph.D.

..... Committee
Marrisa L. Fernando, Ph.D

ABSTRACT

This research study aimed to describe the current situation of the critical thinking skills among grade 12 students in Biology subject; to design and implement appropriate IDIs to improve the student's critical thinking skills for Biology subject; and to compare the difference between pre and post implementation of IDIs. Thirteen science teachers who taught science in various levels and eighty-six grade twelve students from sections three and four of the math and science program, academic year 2016 at Assumption College Ubonratchathani were conveniently chosen to participate in this study.

The mixed-method research collected and analyzed the data from structured interview, pre-test and post-test, lesson plans and documents. The average standard deviation and hypothesis testing using t-test dependent sample were used to analyze and compare the students' ability to think critically to solve problems.

The result showed that the grade 12 students who have been taught genetic biology using the five-stage cycle inquiry method (5E) showed improvement in their scores for critical thinking ability with statistical significance at 0.05 levels. Therefore, this study may be concluded that the five-stage inquiry method (5E) can be used to improve critical thinking skills and academic performance of students in learning science.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my advisor Sirichai Preudhikulpradab, Ph.D. for his patience, guidance, encouragement and advice that he has provided throughout my time as his advisee. I have been extremely lucky to have an advisor who cared so much about my work, and who responded to my questions and queries so promptly.

I would also express my deepest thanks to our director Bro. Prawat Sutthinont, Ph.D. School Director of Assumption College Ubonratchathani, who has given me this wonderful opportunity of scholarship attainment, who supported me in every way to pursue my master degree. Moreover, thank you very much to all the teachers in the science department of ACU, who have always provided me with encouragement. I would also like to thank my beloved grade 12 students, academic year 2016 for their patience and participation in data collection process. A very special thanks for my family especially my husband and my son for their love and support. They have been my inspiration.

This independent study would not be accomplished without these people. Therefore, I would like to give credit for any success I have done on this study to all people I have mentioned here. May happiness and love stay with them from now and forever.

(Mrs. Sairung Pravittana)

Researcher

TABLE OF CONTENTS

	Page
Abstract	I
Acknowledgement	II
Table of Contents	III
List of Tables	VI
List of Figures	X
List of Abbreviations Used in the Study	XI
CHAPTER 1 Introduction /Potential Challenge for Change	**1**
1.1 Background of the study	1
1.2 Organization Background	8
1.3 Research Objectives	14
1.4 Statement of the Problem	14
1.5 Research Questions	14
1.6 Research Hypothesis	15
1.7 Definition of Key Terms	15
1.8 Significance of the Study	16
1.9 Scope and Limitation of the study	16
CHAPTER 2 Literature Review	**18**
2.1 The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)	18
2.2 Critical Thinking	20
2.3 Teaching Strategies to Promote Critical Thinking	23

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
SINCE1969

TABLE OF CONTENTS

	Page
2.4 The Inquiry- Based Learning	26
2.5 Appreciative Inquiry (AI)	29
2.6 Related Studies	31
2.7 Action Research Framework	33
CHAPTER 3 Methodology	**35**
3.1 Procedural Diagram	35
3.2 The Participants	37
3.3 Research Instruments	38
3.3.1 Appreciative Inquiry Interview Checklists	38
3.3.2 Pre and post Assessments	39
3.3.3 IDIs	40
3.4 Data Collection Procedures	41
3.5 Data Analysis and procedures	44
3.5.1 Qualitative Data	44
3.5.2 Quantitative Data	45
CHAPTER 4 Presentation and Analysis of Data	**47**
4.1 Demographic Profile and Participants	48
4.2 Presentation and Analysis of Pre-IDI Results	49
4.2.1 Pre-Test Results	49
4.2.2 Students' Performance by Group of Academic Achievement	50

TABLE OF CONTENTS

	Page
4.3 Proposed of Instruction Development Intervention	51
4.3.1 Appreciative Inquiry (AI) Interview	51
4.3.2 Proposed of Teaching Model (5Es)	68
4.3.3 Impacts of IDI	71
4.4 Comparison of Pre and Post IDI	75
4.4.1 Comparison of the overall critical thinking skills of the students	75
4.4.2 Comparison of students' critical thinking by group of academic performance	78
4.4.3 Hypothesis Testing	81
CHAPTER 5 Summary, Conclusions and Recommendations	**85**
5.1 Summary of Findings	85
5.2 Conclusion	87
5.3 Recommendations for Future Practice and Future Research	88
BIBLIOGRAPHY	**89**
Appendices	**94**
A Interview Questions for Science Teachers	95
B Summarize of Experts IOC ratings For Interview Questions for Science Teachers	99
C Index of Item Objective Congruence (IOC)	102
D Process of Repairing the Instruments	113

TABLE OF CONTENTS

		Page
E	Summarize the number of student who answered the questions correctly (Pre-test)	116
F	Raw data of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skill	123
G	Examination for pre-test and post-test	128
H	Lesson plan	138
I	SPSS data	163
J	Class activities using 5Es process	174

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

LIST OF TABLES

		Page
Table 1.1	Academic Achievement in Biology Class, Academic Year 2013-2015	9
Table 2.1	Comparison of Bloom's Taxonomy with the revised of Anderson	25
Table 3.1	The target population group 1: Students	37
Table 3.2	The target population group 2: Teachers	37
Table 3.3	AI Interview Criteria	38
Table 3.4	Pre and post Assessments (Before experts review)	39
Table 3.5	Pre and post Assessments (After experts review)	39
Table 3.6	IDIs relate to Bloom's theory	40
Table 3.7	Schedule for AI interview and actual time consumption	42
Table 3.8	Schedule for actual time IDI's	43
Table 3.9	Dimension of IDIs	43
Table 3.10	Data Analysis & procedure	44
Table 4.1	Demographic Profile of the Participants	48
Table 4.2	Presentation of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills	49
Table 4.3	Students' Performance by Group of Academic Achievement before IDI	50
Table 4.4	Results of Interview with Science Teachers	52

LIST OF TABLES

		Page
Table 4.5	5Es Teaching and Learning Model for IDI Intervention of Biology Subject	72
Table 4.6	Pretest-Posttest Result of Comparison of the students' ability to think critically	75
Table 4.7	Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Apply	76
Table 4.8	Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Analysis	77
Table 4.9	Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Evaluation	77
Table 4.10	Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Create	78
Table 4.11	Comparative Result of the Basic Group	79
Table 4.12	Comparative Result of the Average Group	79
Table 4.13	Comparative Result of the Excellent Group	80
Table 4.14	Comparison of the Pre-test and Post-test of 3 Groups of Students Based on their Academic Achievements in terms of critical thinking skills	80
Table 4.15	The results of comparison of the Average Percentage and Standard Deviation of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills before and after implementation of IDI	82

LIST OF TABLES

		Page
Table 4.16	Comparison of the Average Percentage of Students Who Took the Pre-test and Post-test Correctly and Divided Into 4 Aspects	83
Table 4.17	The results of comparison of Average Percentage and Standard Deviation of students who answered the questions correctly in every item of the pre-test and post-test	84

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of S1 GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

LIST OF FIGURES

		Page
Figure 2.1	Comparison of Bloom's Taxonomy (1956) and the revised of Anderson (2001)	26
Figure 2.2	5Es Cycle	27
Figure 2.3	Appreciative Inquiry 4Ds Cycle (University of Columbia Website, 2016)	30
Figure 2.4	Conceptual Framework	32
Figure 2.5	Action Research Framework	33
Figure 3.1	Procedural diagram	35
Figure 4.1	Action Research Model for Proposed IDI Source: Created by the researcher for this study	71
Figure 4.2	Comparison of the Pre-test and Post-test of 3 Groups of Students Based on their Academic Achievements	81
Figure 4.3	Comparison of the Average Percentage of Students Who Answered the Pre-test and Post-test Correctly and Divided into 4 Aspects	83

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST. GABRIEL
OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

LIST OF ABBREVIATIONS USED IN THE STUDY

Abbreviations	**Meaning**
AI.	Appreciative inquiry
ACU.	Assumption College Ubonratchathani
AV.	Average
BA.	Below Average
BSG.	Brothers of Saint Gabriel
CT.	Critical Thinking
EX.	Excellent
TR.1	Teacher No.1
TR.2	Teacher No. 2
TR.3	Teacher No. 3
TR.4	Teacher No. 4

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of LABOR OMNIA
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 Background of the Study

Global Context

In the global context, education in today's world is developing non-stop. It changes and modifies model of teaching, learning activities, curriculum, teaching materials, assessment and evaluation at all times for the purpose of improving students' academic performance (Harwell S.H., 2003). The teachers also use a variety of instructional process to support student and development of critical thinking, problem solving, and performance skills (NBPTS, 2002). A research done by Kobrin J.C.(2015) from the United States of America regarding Critical Thinking, Critical for the Future, she discussed the frameworks for the 21st century skills explaining how critical thinking can enhance the performance of an individual and influence building their career in the future. She added that conducting researches to determine what types of tasks and activities can best engage students and elicit all of the aspects of critical thinking. Her group expressed concern to ensure that all learners have opportunities to develop and hone their critical thinking skills.

In Toronto, Canada, Duron R. (2006) identified 5-step framework which is an interdisciplinary model that can be implemented in almost any teaching or training setting to effectively move learners toward critical thinking. The 5-step model to move students toward critical thinking include the following: Step 1 – Determine learning objective; Step 2- Teach through questioning; Step 3 – Practice before you assess; Step 4 – Review, refine and improve; and Step 5 – provide feedback and

assessment of learning. This interdisciplinary model built upon existing theory and best practices in cognitive development, effective learning environments and outcome-based assessment provides teachers with useful framework. It can help students adapt to a more active learning environment and enjoyable in nature. According to Duron R. (2006) a lecture type of teaching is a popular approach and teacher-centered particularly to new teachers however it does not encourage active learning and critical thinking on the part of the students. Therefore, it does not help improve the students' critical thinking skills. He believed that active learning can make studying more enjoyable for both teachers and students and it significantly make students think critically.

There is a claim made by Bissel A. N.and Lemons P.P.(2006) that despite the teachers interest in critical thinking as a learning goal, many of them believe that critical thinking cannot be assessed or teachers have no method for doing so (Beyer B.E.,1984, Cromwell L., 1992, Aviles C.B., 1999). Bissel A.N.and Lemons P.D. (2006) designed a methodology that consists of several steps that can help in assessment of critical thinking. First, write questions that require both biological knowledge and critical thinking skills. Second, document the particular content and critical thinking skills required such as application, analysis and synthesis and then devise a scoring rubric for the question. Third, subject the questions to a test of validity by submitting them for experts in biological education. Fourth, administer the assessments to students and score them on the basis of the rubric.

Each country focuses on the students' ability to use critical thinking skills to plan and conduct research, manage projects, solve problems and make informed decisions using appropriate digital tools and resources, so that they can be applied in everyday life.

Asian Context

In the Asian context, teachers have similar ways of teaching by memorization and using teacher-centered approach in teaching that hinders students' problem – solving skills and critical thinking skills. It is essential for teachers to push their students a bit more to be able to develop the necessary skills that can help them improve their academic achievement and performance.

Science Education in Korea has been directed toward producing academic, professional scientists for over two decades even though the aims of science education in primary and secondary school are assured to help students become healthy and creative members in society with some necessary scientific literacy. However, a traditional lecture-type class instruction and discipline-oriented techniques have remained prevalent in high school. In response to the issue, the new 6th National Science Curriculum tried to reduce the amount of content knowledge and gave an added emphasis to students' problem-solving in everyday contexts. General Science was a compulsory subject and students are expected to learn about and understand basic scientific concepts through student-centered activities and negotiation. The content relates to actual, concrete problems encountered by students in daily life to facilitate the students' understanding of science knowledge and the process of scientific inquiry (Han J., 1995). A science curriculum reform effort showed some positive effects on improving the science learning environment. This was evident in grade 10 students' positive perception in their learning environment of General Science designed so that students would learn about and understand basic science concepts through involvement in an inquiry process and negotiation as compared to grade 11 students who studied an academic-centered science curriculum, Kim H. B. (1999).

India, on the other hand, has greatly improved their science teaching. About a decade ago science teaching in Indian schools needed a radical overhaul to stop losing interest, according to Indian National Science survey which showed 60% unemployment of science post-graduates. About one-third of students expressed lack of motivation to continue studying science after leaving school. At present, however, the science teaching in India is widely regarded by other nations. In Thailand, for instance, there are schools that have employed Indian teachers and experts in science to assist in writing and publishing textbooks for local use.

National Context

Similarly, in the national context, educators and education policy makers recognized that one of the desirable goals of education is for the students to be able to think critically as well as improving the quality of science teaching. Many educators intend to focus on the development of students' critical thinking more seriously. Based on the national education plan (2012 - 2016) and the Basic Education Curriculum 2001 of national education act 1999 the main idea is the same as adapting the student-centered approach in the development and improvement of the quality of education by taking into consideration significant processes of knowing, thinking critically and rationally, having the enthusiasm to learn and recognize the pursuit for self-knowledge as stated by Hongladarom S. (1998) as the main characteristics of critical thinking.

As previously mentioned critical thinking involves questioning. It is important to teach students how to ask good questions, to think critically, in order to continue the advancement of the very fields we are teaching. Every field stays alive only to the

extent that fresh questions are generated and taken seriously" (Center for Critical Thinking, 1996a).

Beyer B.K. (1995) saw the teaching of critical thinking as important to the very state of the nation. He argues that to live successfully in a democracy, people must be able to think critically in order to make sound decisions about personal and civic affairs. If students learn to think critically, then they can use good thinking as the guide by which they live their lives.

The National Education Act of 1999 revised edition (2nd issue) of 2002 category 4 section 24 specified that the learning process of an institution and other related departments implemented activities that promotes thinking process, management, managing situation and application of knowledge for protection and problem-solving by organizing activities that allow students to learn from real experiences, learn by doing, practical training, love reading and to have avidity to learn consistently (Office of the National Evaluation Standards and Quality Assessment, 2004 pp.12-14) and in category 6 of Educational Standard and Quality Assurance Section 47, requires school to have quality standard system to improve the quality and education standards in all levels consisting of internal quality assurance (Office of the National Education Commission, 1999, pp. 13-28) as well as external quality assurance in which standard no. 4 states that students are required to have ability to think, synthesize, criticize, to have creative thinking and vision.

However, since the Thai education system has not been successful in the past as planned, the National Education Commission (2012-2016:4,9) as noted in the Education Development Plan of the Ministry of Education issue no. 11 (2012-2016) stated that Thailand is experiencing crisis in education in many significant aspects as follow:

1. The quality of education process in the basic core subjects in the Ordinary National Education Tests (O-net) namely: mathematics, science, english and social studies, students showed an average of 50/100 and in the ability standard has shown low rating in critical thinking, synthesis, criticizing and creativity.

2. Students have academic progress in learning below 50/00 and the standard ability of students in critical thinking, synthesis, criticizing and creativity is relatively low.

The above-mentioned crisis, thus affect the current education system of Thailand that needs to transform learning to develop critical thinking, synthesis, express opinions and explore knowledge as prescribed by the National Education Commission (1999:8) that implemented educational guidelines according to the National Education Act 1999 revised edition (2nd issue) 2002, category 4 section 24.

From the explanation, the thinking process is one crucial factor that needs to be studied because thinking is the initial step for students to be able to effectively solve various problems and situations. As the Thai learning process still gives importance to memorization which leads to unsuccessful education, Boonsriroj P. (2002, p.15) stated that, "The teaching process of most teachers still favors the use of lectures and memorization that affects the success of learning and the students are unable to apply what they have learned." The Inquiry-based method of teaching is one approach that is useful and significant science subject according to the Institute of Science and Technology Promotion (2003); Saroj R. (2003) that allow students to understand scientific ideas and increase the students' vocabulary knowledge, develop critical thinking skills, possess positive attitude in learning science, get used to the exploring of knowledge of scientists, understands how scientists search for knowledge and able to apply what has been learnt in science in terms of social matters and human

– related matters (National Research Council [NRC], 2000; Roehrig G.H. (2004) stated that "learning science without the use of investigation and exploration processes in searching for knowledge can be compared to sailing without destination." Another way that can help in teaching to improve critical thinking skills with judgment following the objectives is teaching based on investigating and exploration of knowledge, Sontamko S. (2007).

The researcher, therefore, intends to adapt the Inquiry-based method in teaching science particularly in the topic "Environment" where critical thinking that the researcher presents to be the guidelines in organizing activities that involves critical thinking according to Somsakdi M. (1999) that includes 6 processes as (1) statement of the problem, (2) gathering of data, (3) organizing data, (4) drafting hypothesis, (5) reasoning, and (6) evaluation so that students will be able to build knowledge by oneself, compare previous roles and in knowledge acquired by the students from the teachers. Compare previous roles and knowledge gained from the teacher centered type of leaning to child centered type where students are able to learn by themselves in groups, interact with others in the group, leaders, and promote learning process where they are able to think of the cause, do things by themselves and self-practice are necessary. The teacher is the one who organizes the activities for the students to do by themselves taking into consideration the knowledge that they have gained prior to coming to class rather than the teacher telling them what to do and how to do some tasks. The students' learning will happen when they have direct participation in doing various activities. Thus, the researcher has chosen to do this study with grade 12 students on the topic "Environment" with the intention to help students develop their critical thinking and eventually gain better academic achievement.

1.2 Organizational Background

Assumption College Ubonratchathani (ACU), established in 1957, is the tenth school managed by the Foundation Brothers of Saint Gabriel (BSG) Congregation in Thailand. This is a legal entity and non-profit charitable organization Fonseka S., (2009). The foundation in Thailand runs 14 educational institutions including Assumption University which is formerly known as Assumption Business Administration College (ABAC). ACU is one of the biggest private schools in the province of Ubonratchathani that offers quality education from nursery to grade 12 levels with 95 teachers and about 2,100 students. There are two programs from Kinder 1 to grade 9 which are English Bilingual Program (EBP) and Intensive English Program (IEP). From grades 10-12, there are 4 different programs such as Language Program (Section 1), English Special Program or ESP (Section 2), Math and Science Program (Sections 3 and 4), and Science Special Program or SSP (Section 5). All programs are taught following the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (2008).

The Science Learning Group at ACU is composed of 13 teachers who are well qualified with teaching experiences in their respective field. It is sub-divided into Geology, Astronomy, Physics, Biology and Chemistry. Each field is taught 3-4 periods per week which is 50-minutes per period.

The parents trust the system of the school in terms of the quality of education that they expect their children to receive. The school atmosphere is conducive to learning and there is sharing of knowledge and experiences among its teaching and non-teaching personnel. The relationship between the parents and the school is something to be proud of. The vision of the school is to develop well-disciplined and world-class standard students.

1.2.1 Current Situation / Key Challenging Situations / Symptoms of Organizational Dysfunctions

The main problem regarding the students' low critical thinking ability was manifested. According to table 1.1, this was clear that the students' grade had been decrease from 2013-2015.

Table 1.1 Academic Achievement in Biology Class, Academic Year 2013-2015

Class / Level	Average GPA in Academic Year 2013	Average GPA in Academic Year 2014	Average GPA in Academic Year 2015	Note
M.6/3 – M.6/5	3.22	3.15	2.56	decreased

According to table 1.1, the average GPA of grade 12 students consistently decreased form 2013. In 2013, the average GPA was 3.22. The students' grades become lower in 2014 which the average GPA of 3.15. In 2016, the average of students' grade fell to 2.56 which was almost 18.15 percent decrease from 2014.

Although the students obtained such rating, the teachers were not discouraged in trying to find a solution to the problem and be able to help improve the students' performance both in the classroom and when they take the national tests. The science teachers have been trying to experiment on different teaching methodologies, strategies and activities that involve critical thinking processes. The teachers are hopeful that the critical thinking skills of the students may be improved in due time once they have come up of a more effective and efficient method as the Inquiry-based Method.

In terms of Biology subject, the test results of the grade 12 students showed very low ratings in critical thinking and analysis skills as evident in essay type of tests.

1.2.2 Classroom Profile and S.W.O.T.A.R

The respondents are 93 students in grade 12 of Biology subject. The average ages of the students in both rooms are between 17 to 18 years old. The result of the S.W.O.T.A.R Analysis is shown below.

Strengths	**Opportunities**
- Good education curriculum - Building, location, facilities - Clean and green environment - Good teachers.	- Students have a chance to learn - Good support from parents - Have good science laboratories
Weaknesses	**Threats**
- Students think science subject is difficult - Students have much homework - Teachers have heavy workload - Teaching processes emphasize on memorization - Teacher lectures too much and don't focus on students learning	-The school's activities are over abundant - Students lack inspiration - Lack of time management - Not proper time allocation
Aspiration	**Results**
- Students enjoy learning science - Students are learning for their own development - Teacher use many skills and interesting techniques - Teacher have variety of teaching activities	- Students have problem-solving skill - Students' performance will be better - Students have critical thinking

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
SINCE1969

The Strengths

The science learning group at Assumption College Ubonratchathani was composed of 10 teachers, all with bachelor's degree diploma. They had been sent to various trainings, workshops and seminars to enhance their professional growth and development. There were also on-going overseas intensive training programs to India, Philippines and New Zealand organized by the Brothers of Saint Gabriel Foundation and supported by every AC school. These training programs were open to qualified teachers who teach mathematics, science, English and social studies, and very recently the non-teaching staff as well as teachers of other learning groups were encouraged to participate in the program. They also included courses to improve the teachers' proficiency level in the English language and to prepare them for lesson planning, teaching materials preparation and innovation.

The school had also newly-constructed buildings with more advanced and better facilities, additional classrooms, spacious conference hall and library which were intended to attract more students. The location of the school is good as it is in the city center and on the main road. In addition to the new buildings and good location, the school also tries to maintain its clean and green environment where there are campaigns for cleanliness, saving energy and recycling.

Generally, the teachers and students have good relationship which is a vital sign in attaining and maintaining quality education.

The Weaknesses

The students possessed a negative mentality that science was a difficult subject to learn which could be attributed to scientific terms as well as other factors. The students also get much homework which is mostly individual work, and this

homework also includes use of analytical skills or simply just writing descriptions. The teachers, on the other hand, are overloaded with work duties including various school activities that require their presence and participation. The surprising thing was that teachers still give emphasis on memorization technique which was coupled with lectures. Although the use of memorization was in some way beneficial it limits the students' ability to be creative and more analytical in thinking and decision-making.

The Opportunity

Assumption College Ubonratchathani was fortunate to have good support from every group in and outside the school that open up great opportunities for learning and improvement. In the local perspective the parents primarily were very supportive of the school activities and other functions for the benefit of their children. Next, there were various professionals who were invited to provide extra information in the form of student projects, seminars and workshops. In the global perspective, there were many other ways that students are able to gain knowledge and wisdom. The coming of the AEC (ASEAN Economic Community) for instance, would provide wider and better chances for studies abroad, employment and travel which were more easily accessible.

The Threats

The students' learning are affected by excessive activities that make them miss many lessons. Surprisingly, students enjoy doing extra-curricular activities more than academics. The negative effect on the students is that some of them lack the inspiration and the determination to strive more because they got used to doing less-

stressful activities that does not require the use of logical and critical thinking. In doing so, the time management and allocation are often not implemented as planned.

Aspirations

It would be ideal, had most of the students develop a positive attitude toward learning science as it could definitely foster better performance, greater interest and determination in improving one's learning outcome and thus learning would be enjoyable. And when we referred to learning as enjoyable, we took into consideration the exploration of knowledge, learning by doing and using one's critical thinking ability together with the application of the scientific processes. Moreover, the teachers' use of fundamental skills, diversity of interesting activities and variety of teaching techniques and approaches which are appropriate to the lesson objectives and needs of the learners.

Results

The students should develop problem solving skills in order to improve their analytical thinking skills and would be able to learn more enjoyably. This would make them gain better confidence in oneself and eventually be determined to strive harder and accomplish what they have aspired for. Teachers, on the other hand, would have more influence in their students' performance through good planning and adapting variety of teaching approaches together with appropriate materials and activities that would enhance their ability to use critical thinking when solving problems. An enjoyable learning atmosphere and having a positive attitude could make a big difference in the students' learning and academic performance.

1.3 Research Objectives

1.To describe the current situation of the critical thinking skills among Grade 12 students for biology subject.

2.To design the appropriate IDIs and implement to improve student's critical thinking skills for biology subject.

3.To compare the differences between pre and post implementation of IDIs.

1.4 Statement of the Problem

This study is aimed at improving Critical Thinking Skills among Biology students in Grade 12 through Appreciative Inquiry Based Method in science subject at Assumption College Ubonratchathani.

The researcher was interested in dealing with the present situation of students' critical thinking level and performance of the grade 12 students in the Math and Science Program at Assumption College Ubonratchathani. The main concern of the researcher was on providing students with appropriate and effective thinking processes that would be able to help improve the students' critical thinking ability. Therefore, the researcher sought to answer the following questions:

1.5 Research Questions

Question 1: What is the current situation of the critical thinking skills among Grade 12 students for Biology subject?

Question 2: What IDIs could be designed and implemented to improve student's critical thinking skills for Biology subject?

Question 3: What is the difference between pre and post implementation of IDIs?

1.6 Research Hypothesis

Ho1: There is no difference between pre and post IDIs on the critical thinking skills.

Ha1: There is difference between pre and post IDIs on the critical thinking skills.

1.7 Definition of Key Terms

Critical thinking means thinking rationally contemplated to decide what to believe or what should be done and to decide things correctly. This refers to the skill that the researcher intends students to develop in learning biology subject.

Create refers to building a structure or pattern from diverse elements, put parts together to form a whole, with emphasis on creating new meaning or structure.

Evaluate refers to making judgment about the value of ideas or materials

Analyze refers to separating materials or concepts into components parts so that its organizational structure may be understood, distinguishes between facts and inferences

Apply refers to using a concept in a new situation or unprompted use of an abstraction applies what was learned in the classroom into novel situation in the workplaces

Biology means the study of life and living organisms and it refers to one of the subjects that the students study and the basis for critical thinking level.

Appreciative inquiry (AI) is a model for analysis, decision-making and the creation of strategic change, particularly within companies and other organizations. This refers to the method used in this study.

Inquiry-based method means the type of teaching strategy that allows students to ask questions in order to obtain answers out of their curiosity and make discoveries by themselves. This refers to the type of teaching method used by the researcher through the duration of the lesson in environment for this particular study.

1.8 Significance of the Study

The researcher intends to provide relevant information that may be beneficial for the school in maintain the quality of education by taking into consideration some factors. The students should be able to improve and increase their level of critical thinking in studying biology subject. The teachers should be able to help one another in planning for more effective lessons, activities, instructional materials and teaching strategies for the benefit of the students. The school, on the other hand, should be able to accomplish good academic achievement because when students have already developed and improve their critical thinking ability, taking any type of examinations can produce satisfactory, if not excellent results. And finally, the researcher should be able to improve one's skills in planning and teaching methodology in biology subject.

1.9 Scope and Limitation of the Study

The study focused on the Inquiry – Based Method to help improve the critical thinking skills of grade 12 students who belong to sections 3 and 4 during the academic year 2015 in Biology class at Assumption College Ubonratchathani. The study focused on the Inquiry – Based Method that deals with critical thinking in teaching the topic on "Genetic Biology". The scope intended to compare the students' critical thinking ability before and after learning biology using critical thinking processes. The researcher expected to improve the students' academic performance particularly in obtaining satisfactory results from taking examinations. This research

used Assumption College Ubonratchathani higher secondary level for the data collection and involved 86 grade 12 students which were divided into three groups as Excellent (EX), Average (AV) and Below Average (BA). The study was implemented within one semester of academic year 2015.

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

This chapter reviewed the literatures and previous studies. The researcher revised literatures relating to education in Thailand. Moreover, the critical thinking development was the main topic to be determined. Since the researcher applied Appreciative Inquiry, it was necessary to mention this subject as well. Lastly, the researcher mentioned some teaching strategies that help to promote critical thinking.

2.1 The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)

The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (2008) which served as the core curriculum for national education in the basic level (OBEC, 2008) replaced the 2001 National Education Curriculum derived from the 1997 Constitution of Thailand giving Thai citizens equal rights of free education (Wongsothorn A., 2010). The 2001 curriculum used in Thailand had been implemented for seven years until it was replaced by the 2008 Basic Education Core Curriculum. The replacement was necessary to further clarify the goals of improving the learners' quality and curriculum application at school and educational service area levels (Samudvanijja T., 2008).

The mandatory implementation of the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (2008) for model schools started in academic year 2009 which was initially applied to grades 1 to 10 and subsequently applied in all grade levels in the academic year 2011. For primary and secondary schools in general, on the other hand, it was first implemented in academic year 2010 and applied to grades 1to 10 and subsequently applied in all grade levels in the academic year 2012.

The science learning group is one subject area that constitutes basic learning content prescribed for the entire basic education core curriculum. The total basic learning time prescribed in the curriculum for the science subject in grade 10-12 is 240 hours per year, which was equivalent to six credit units. The basic learning time structure should meet all criteria and requirements for graduation (Ministry of Education, Thailand, 2008).

The 2008 Basic Education Core Curriculum prescribes a total of twelve learning standards for the science learning group. These standards are sub-divided into four main strands, namely: Living Things and Life Processes, Life and the Environment, Substances and Properties of Substances, Forces and Motion, Energy, Change Process of the Earth, Astronomy and Space, and Nature of Science and Technology, which were exactly the same areas and skills assessed by the O-NET science test. The learning areas for science aim to enable learners to acquire application of knowledge and scientific process for study and search for knowledge and systematic problem-solving; logical, analytical and constructive thinking; and scientific mindedness. The 2008 Basic Education Core Curriculum was the basis for assessing all types of examinations including national achievement tests that could be an evidence for students' academic progress and achievement.

The researcher has found some studies that were related to enhance critical thinking of students and inquiry – based approach in teaching particularly the science subject.

In the study done by Sornthako S. (2007) that aimed to compare the critical thinking and learning achievement of grade level 3 students learning science through inquiry method and supplemented by critical thinking activities, it was found that the post-test scores of both critical thinking and learning achievement of the grade level 3

students were higher than the pre-tests. The data were collected from the critical thinking test and science learning achievement tests using reliability index, mean, standard deviation and t-test.

There is a similar study done by Kantajai P. (2011) on critical thinking. The study aimed to develop activity modules to enhance the students' critical thinking skills. It also aimed to compare the critical thinking ability and behavior of the students before and after learning through the use of thinking skill enhancing activity modules developed by the researcher. According to the findings, the activity modules were developed which covered all aspects of critical thinking that served as an effective framework for developing students' critical thinking skills. After learning the process through the use of the modules, the students' critical thinking showed higher progress than before learning the process. The growth of students' critical thinking was at a moderate level and the critical thinking behavior of the students was at good level.

2.2 Critical Thinking

2.2.1 Definition and Elements of Critical Thinking

There were many definitions of the word critical thinking. Most formal definitions characterized critical thinking as the intentional application of rational, higher order thinking skills, such as analysis, synthesis, problem recognition and problem solving, inference, and evaluation" (Angelo T. A., 1995, p. 6). Perhaps the simplest definition is offered by Beyer B. K. (1995): "Critical thinking means making reasoned judgments". Basically, Beyer B. K. (1995) sees critical thinking as using criteria to judge the quality of something, from cooking to a conclusion of a research paper. In essence, critical thinking is a disciplined manner of thought that a person uses to assess the validity of something as in statements, news stories, arguments, research, etc.

Critical thinking also means seeking reliable knowledge. Many students fail to assess the reliability of information to which they are exposed in daily life and many people are deceived and defrauded by pseudoscience. Practice in critical thinking prompts thoughtful examination of the role of science in society which manifests an important outcome in biology education (Cape West, 2016)

According to Benjamin Bloom (1956), there were 6 elements to be mentioned if we talked about critical thinking. Those skills were knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, and evaluation. In 2000, one of his student, Lorin Anderson (2001), revisited this learning taxonomy and made some changes on the elements which comprised of remembering, understanding, applying, analyzing, evaluating, and creating. Therefore, in this study, the researcher applied the definition of critical thinking elements as following;

Critical thinking means thinking rationally contemplated to decide what should believe or what should be done and to decide things correctly. Angelo T. A. (1995) defined it as the intentional application of rational, higher order thinking skills, such as analysis, synthesis, problem recognition and problem solving, inference, and evaluation. This refers to the skill that the researcher intends students to develop in learning Biology subject.

Creating is defined as "building a structure or pattern from diverse elements, put parts together to form a whole, with emphasis on creating new meaning or structure" (Bloom B., 1956, revised by Anderson L., 2000)

Evaluating is defined as "making judgment about the value of ideas or materials" (Bloom B., 1956, revised by Anderson L., 2000)

Analyzing is defined as "separating materials or concepts into components parts so that its organizational structure may be understood. Distinguishes between facts and inferences" (Bloom B., 1956, revised by Anderson L., 2000)

Applying is defined as "using a concept in a new situation or unprompted use of an abstraction applies what was learned in the classroom into novel situation in the workplaces. (Bloom B., 1956, revised by Anderson L., 2000)

2.2.2 Why Teach Critical Thinking?

Critical thinking is the ability to think clearly and rationally. It includes the ability to engage in reflective and independent thinking. Someone with critical thinking skills is able to do the following:

1. Understand the logical connections between ideas.
2. Identify, construct and evaluate arguments.
3. Detect inconsistencies and common mistakes in reasoning.
4. Solve problems systematically.
5. Identify the relevance and importance of ideas.
6. Reflect on the justification of one's own beliefs and values.

2.2.3 Critical Thinking Process

The critical thinking process is composed of three components namely affective, cognitive and behavioral components.

The affective component is the emotional foundation that either enables or limits critical thinking. It consists of the following characteristics: (1) valuing truth above self-interest, (2) accepting change, (3) empathizing, (4) welcoming divergent views, and (5) tolerating ambiguity.

The cognitive components mean the thought processes which are actually involved in critical thinking. This component consists of the following characteristics: 1) thinking independently, 2) defining problems accurately, 3) analyzing data for value and content, 4) employing a variety of thinking processes in problem solving, 5) synthesizing, 6) resisting overgeneralizations, and 7) employing meta-cognition.

The behavioral components mean the actions necessary for critical thinking. This component includes the following characteristics; 1) delaying judgment, 2) employing precise terms, 3) gathering data, 4) distinguishing fact from opinion, 5) encouraging critical dialogue, 6) listening actively, 7) modifying judgment in light of new information, and 8) applying knowledge to new situations.

The concept of critical thinking by Dr. Praphansiri Shusoala offered skills to be considered as components for critical thinking namely:

1. Knowledge that is more substantial will cause a faster and better performance.

2. Reference to real conditions, pictures and situations in order to understand more profoundly.

3. Evaluation is the ability to identify and select the appropriate and reliable information that can be compared from the available information.

4. Synthesis is the ability to determine the suitability of thought and new concept.

2.3 Teaching Strategies to Promote Critical Thinking

There were various teaching strategies to help promote critical thinking as published in the Teaching of Psychology Volume 22, issue 1(1995). The publication suggested the following techniques:

1. Classroom Assessment Techniques (CATS)
2. Cooperative Learning Strategies
3. Case Study / Discussion Method

4. Using Questions
5. Reciprocal Peer Questioning
6. Reader's Questions
7. Conference Style Learning
8. Use Writing Assignments
9. Dialogues: Written and Spontaneous Group Dialogue
10. Ambiguity

There were three theories that the researcher intends to discuss here regarding diagnosis of the students' critical thinking skills.

2.3.1 Moore Method (2005)

This method is associated with the discovery – based, inquiry-based and student centered approaches. Although Moore has used this with the mathematics subject, it can also be applicable to other subjects because what is to be taken into consideration are the processes involved which is relevant to the critical thinking ability. It allows the learners to work independently using the materials given by the teacher. The following are the goals for the students suggested by Moore which consists of three main goals: First, is to develop solution and supporting argument by oneself. The important characteristic of this goal is hard work and investigation. Second, is to communicate that particular solution based on supporting argument. This goal requires the learner to do a presentation of the argument in both written and oral way to the other groups in the class. Third, is to defend the argument. In this particular goal, it does not matter whether the presentation is sufficient to make the others believe or accept, they must be able to explain or simplify their ideas. The learners may need to go back to goal number one and do the same process all over again.

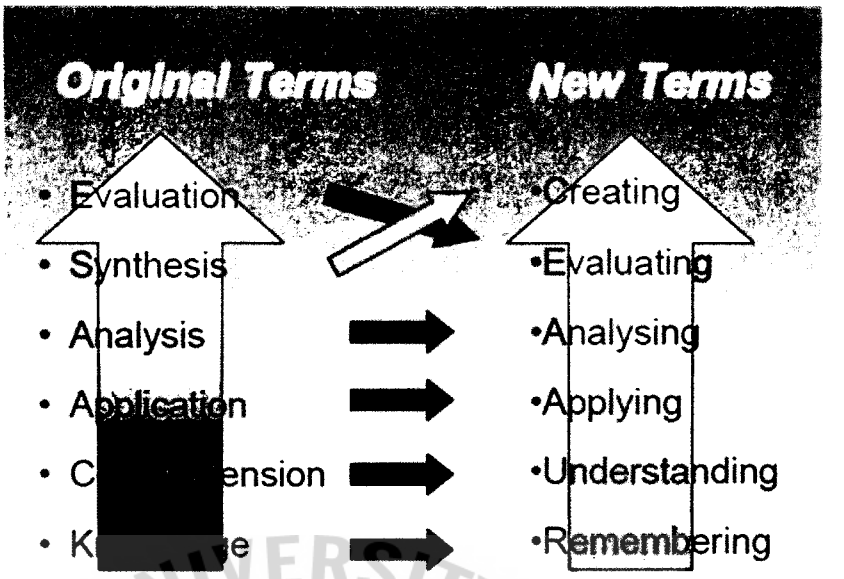
Moore's method is an effective strategy because it encourages learners to ask questions, explore, discuss and develop ideas or arguments on their own. Thus, it can have the power to convert learners from being the receiver of the information to being the creators of knowledge.

2.3.2 Bloom's Revised Taxonomy (2001)

Bloom's Taxonomy of Knowledge has been widely adapted and used in the field of education (Pohl M., 2000) and his model has been more popularly used an instrument for planning lessons in the classrooms. His model provides a procedure on how to organize thinking skills into six different levels starting from the very basic foundation to the more challenging and complicated levels of thinking. More interestingly, Bloom's model has been revised with very slight changes (Anderson L., et al. 2001). The steps have remained the same except that the terms were changed from nouns to verbs and the two top-most levels: Evaluation and Synthesis interchanged. The two in the bottom level has changed wording but it still has similar characteristics. The descriptions in every step remained similar if not the same altogether. This is the revision of Bloom's model that shows very little differences:

Table 2.1 Comparison of Bloom's Taxonomy with the revised of Anderson

Old	Revised
Evaluation	Creating
Synthesis	Evaluating
Analysis	Analyzing
Applications	Applying
Comprehension	Understanding
Knowledge	Remembering



(Based on Pohl, 2000, *Learning to Think, Thinking to Learn, p. 8*)

Retrieved from: http://www.kurwongbss.qld.edu.au/thinking/Bloom/blooms.htm

Figure 2.1 Comparison of Bloom's Taxonomy (1956) and the revised of Anderson (2001)

2.4 The Inquiry- Based Learning

The inquiry – based learning was one approach that was more appropriate in learning science. It allowed students to question, explored, and discovered of their own taking into consideration the science processes. It began with the gathering of information using human senses. The method allows both teacher and students to engage in cooperative learning which gives significance on previous experiences and knowledge using multiple ways of knowing and exploring.

The Biological Science Curriculum Study (BSCS) had presented an inquiry-based teaching approach in developing the teaching of science curriculum by suggesting 5 steps in the learning process known as the Inquiry Cycle or 5Es. The 5Es stand for Engage, Explore, Explain, Elaborate and Evaluate.

2.4.1 Inquiry Cycle

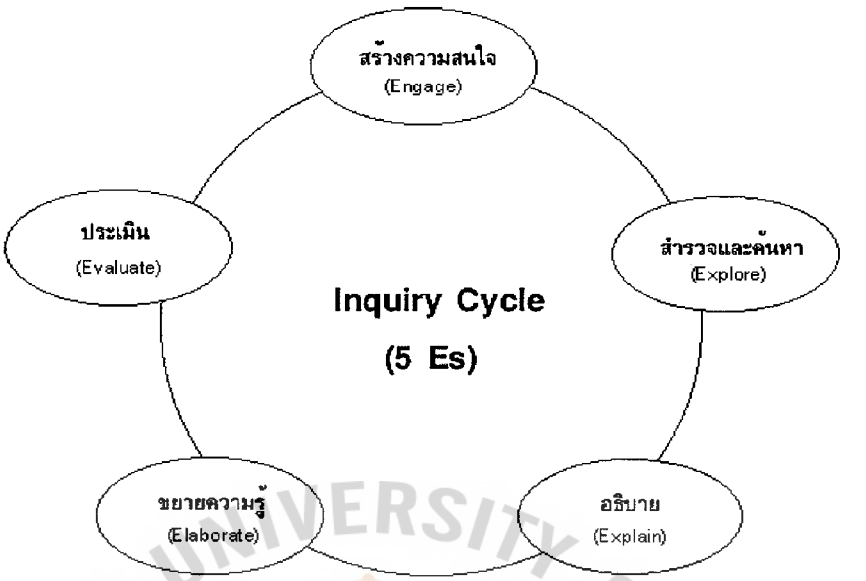


Figure 2.2 5Es Cycle

According to The National Science Education Standards (NSES, 1996), the inquiry cycle consisted of the following;

Engagement

The students have some knowledge from their previous experience which may or may not relate to the current concepts. In this step, the student will have opportunity to express what they know or what they think they know about certain topics. This step is designed to

- generate students' curiosity and catch their attention,
- evaluate students' comprehension on the scientific inquiry,
- pursued students to raise question on the process of scientific inquiry,
- motivate students to exchange ideas, and
- allow teachers to know how much students know about the topics.

Explore

In this explore phase, students need to work on questions and generate them to gain insights and understanding. Students will have to

- try out some materials and ideas by discussing in small group,
- generate problem-solving in different way,
- recall sets of their experiences to compare with their friends,
- observe, describe, record, compare, and share their ideas and experiences; and tell how they understand the things.

Explain

In this stage, the students will have opportunity to compare their previous experiences ad now outcomes they have to make concept. This is aimed to;

- introduce their understanding on concepts and ideas (in their own words);
- listen to others for better understanding;
- exchange their ideas with others;
- revise their ideas;
- record their ideas and current understanding;
- practice to use formal language in scientific terms, and
- compare their current and previous thoughts on certain topics.

Elaborate

In this phase of elaborate, students will extend their current knowledge to new situation. Students will distribute following skills;

- conceptualization between new and previous experiences,
- ideas connection with new experience
- enable to apply scientific terms and descriptions;
- draw reasonable conclusions from evidence and data;
- deep understanding to scientific process; and
- Improve their communication skills.

Evaluate

This is the last stage of 5Es Model. This process will enhance students to summarize their knowledge on certain topics that are;

- enable to demonstrate their understanding about scientific inquiry,
- share their ideas to others,
- evaluate their own understanding about the results of the experiment; and raise questions that take them deeper into a concept.

2.5 Appreciative Inquiry (AI)

Appreciative Inquiry (AI) is "an energizing and uniquely effective approach to nurturing organizational change originally developed and applied in the business world to improve organizational culture, efficiency, and profit margin" (Caroline A. et al, 2007). This method organizational development is also used in others development sited by Caroline A. et al. (2007) such as "community-development efforts, humanitarian organizations, educational systems, and in an inter-religion dialogue initiative" (p.195).

Initially, this method was developed by Cooperider D.L. et al (1995). The AI process consisted of 4 Ds Cycle; Discover, Dream, Design, and Destiny.

Discover: This is the phase to acquire understanding of "best of what is" and "what has been". This process starts from action of collaboration by applying appreciative interview. The interview questions are supposed to be in positive way by enhancing stories or images which would bring the positive core into focus (Edwin C.T., 2016).

Dream: According to Edwin C.T. (2016), this is "an energizing exploration of "what might be": a time for people to explore their hopes and dreams for their work, their working relationships, their organization, and the world at large." This is the phase to imagine what might be the best or most hopeful picture for the future (Edwin C.T., 2016).

Design: Edwin C.T. (2016) defined the Design phase as "the phase involves making choices about "what should be" within the organization or system. It is a conscious re-creation or transformation, through which such things as systems, structures, strategies, processes and images will become more fully aligned with the organization's positive past (Discovery) and highest potential (Dream)" (p.4).

Destiny: This phase consists of the question of "what will be" and "what is the change". Therefore, all four phases can create change throughout the organization (Edwin C.T., 2016). In this process, the focuses are on personal and organizational commitments which will create changes in organizational systems, structure, processes or procedures (Edwin C.T., 2016).

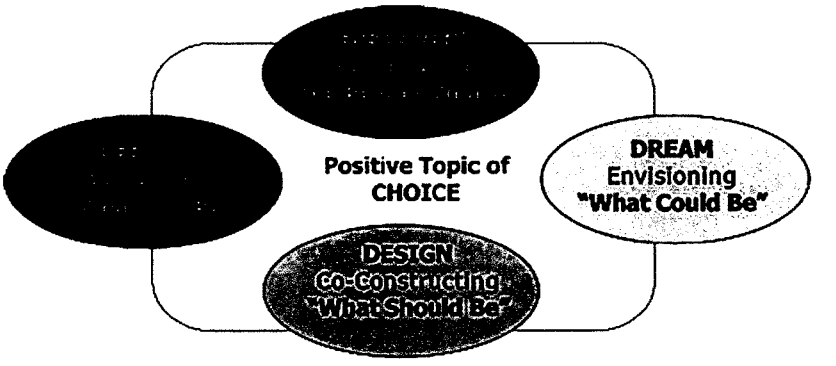


Figure 2.3 Appreciative Inquiry 4Ds Cycle (University of Columbia Website, 2016)

2.6 Related Studies

The researcher has found some studies that are related to enhancing critical thinking of students and inquiry – based approach in teaching particularly the science subject.

In the study done by Sornthako S. (2007) that aimed to compare the critical thinking and learning achievement of grade level 3 students learning science through inquiry method and supplemented by critical thinking activities, it was found that the post-test scores of both critical thinking and learning achievement of the grade level 3 students were higher than the pre-tests. The data were collected from the critical thinking test and science learning achievement tests using reliability index, mean, standard deviation and t-test.

There is a similar study done by Kantajai P. (2011) on critical thinking. The study aimed to develop activity modules to enhance the students' critical thinking skills. It also aimed to compare the critical thinking ability and behavior of the students before and after learning through the use of thinking skill enhancing activity modules developed by the researcher. According to the findings, the activity modules were developed which covered all aspects of critical thinking that served as an effective framework for developing students' critical thinking skills. After learning the process through the use of the modules, the students' critical thinking showed higher progress than before learning the process. The growth of students' critical thinking was at a moderate level and the critical thinking behavior of the students was at good level.

According to Lai E. R. (2011), "critical thinking includes the component skills of analyzing arguments, making inferences using inductive or deductive reasoning, judging or evaluating, and making decisions or solving problems". These skills involve both cognitive skills and dispositions. Many empirical researches suggested

that these skills should be developed at young ages. The best teaching method was any activities that focused on student as a center.

Dilley A. et al (2016) stated that critical thinking skills were very important skills for the 21st century. These skills contributed to other skills necessary for education and workforce success. The critical thinking skills help students to improve their reasoning, logic, and judgment in both schools and the workplace. Dilley A. et al (2016) pointed out that "these are important components of critical thinking; therefore, it becomes clear why educators have pushed for the inclusion of critical thinking instruction within their classrooms".

Conceptual Framework

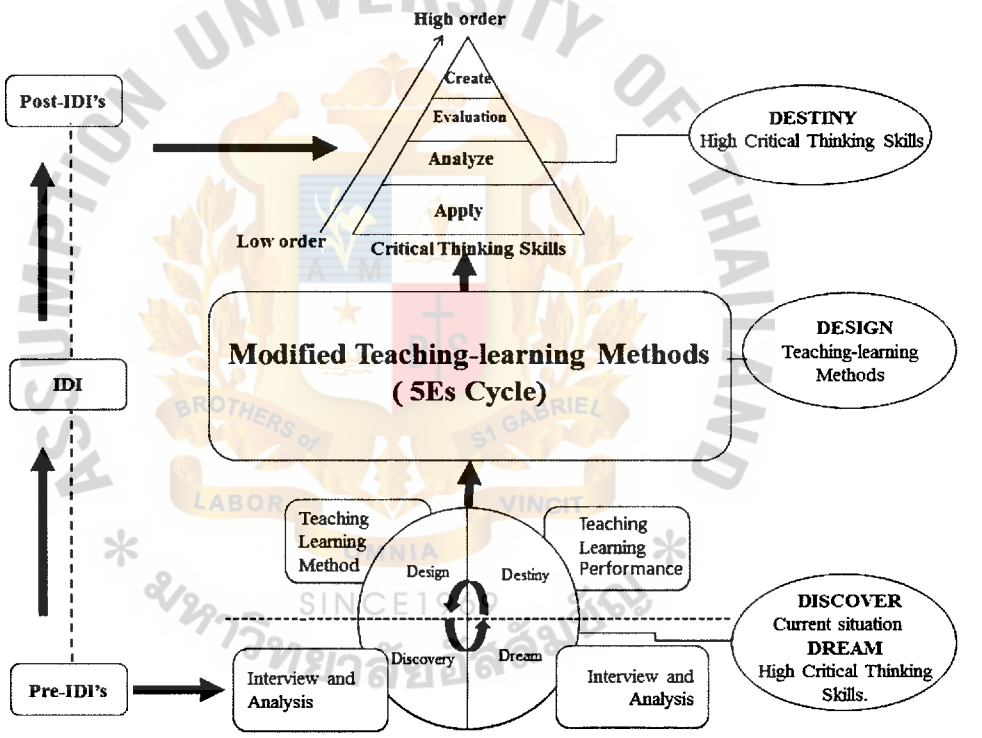


Figure 2.4 Conceptual Framework

The researcher intends to explain the concept in a simple manner, as shown in the diagram above, regarding the use of the inquiry-based method to improve the students' critical thinking skills in learning Biology. The method is a significant factor in improving the students' skills to think critically. In addition, the role of the teachers

would be equally important as they are the facilitators of learning. With appropriate teaching strategies, the teachers may be able to motivate the students and thus learning would take place in a successful manner. It is assumed that with improved critical thinking skills, the students will be able to achieve better, if not, greater learning outcomes which can be proven by better test scores. Moreover, the students will be able to develop their problem-solving skills that may eventually help them acquire knowledge independently.

2.7 Action Research Framework

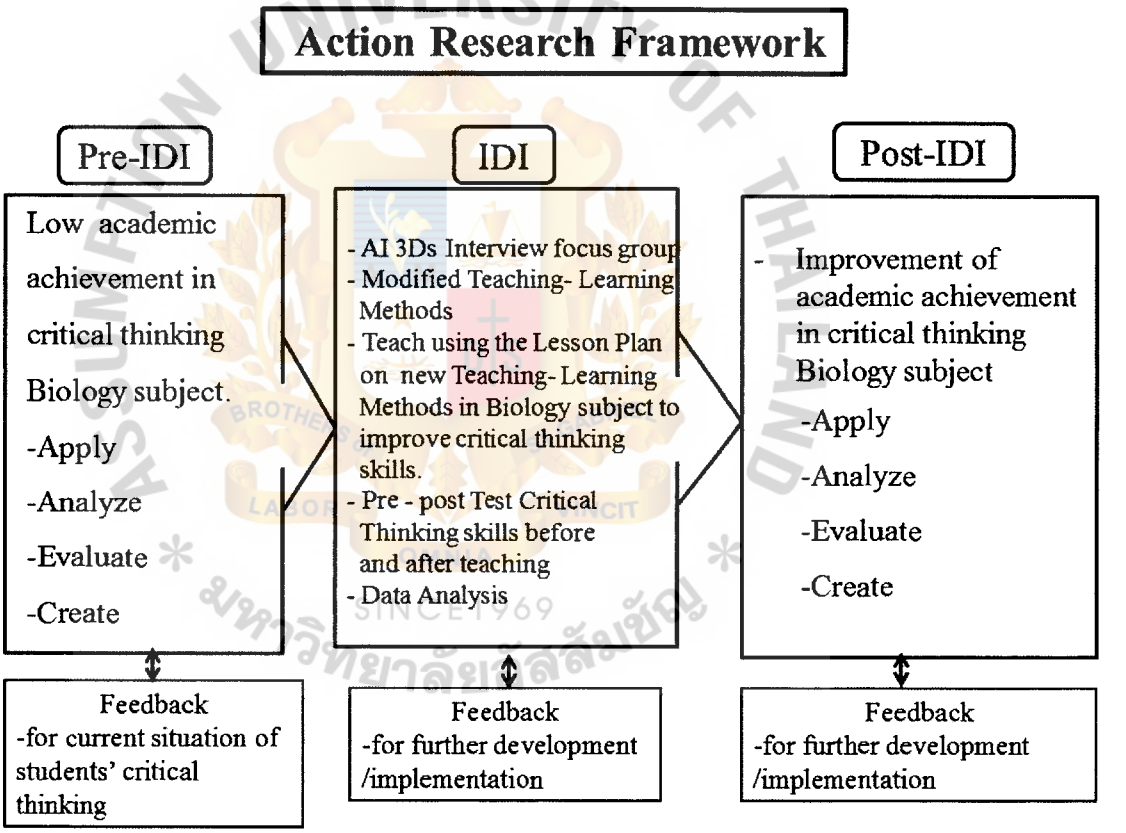


Figure 2.5 Action Research Framework

Figure 2.5 shows the actions research framework model. The researcher aimed to analyse students critical thinking skills in four areas that were analyzing, applying, evaluating, and creating. The researcher brought the Appreciative Inquiry (AI) into

the study in order to investigate the best teaching-learning activities to improve students critical thinking skils. The researcher developed the teaching-learning activities and implemented them with students. This process of teaching was aimed to provide better critical thinking skills among students.

The diagram above clearly shows the steps in which the research will be conducted starting with the pre-implementation, during implementation and post implementation stages.

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

CHAPTER 3

METHODOLOGY

This chapter is composed of the research design, target population (N) research instrument, data collection aiming to explain the research process which is included of the research design, the participants, the research instruments, data collection tool, data collection techniques, collection data and analysis.

3.1 Procedural Diagram

The research was consisted of was three major phases -- see the figure 3.1 below

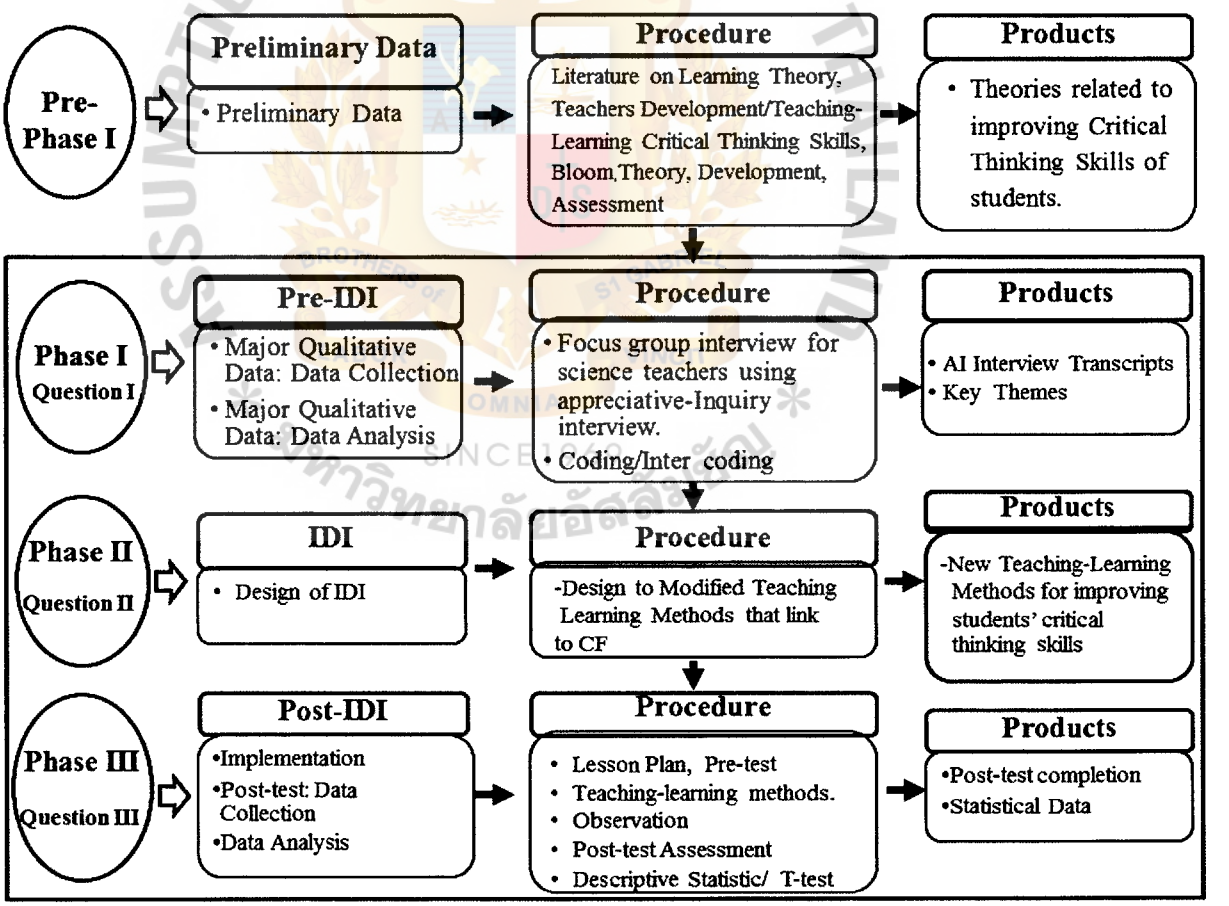


Figure 3.1 Procedural diagram

Pre- Phase I: Preliminary Data

This phase is preliminary data. The researcher reviewed the literatures pertaining to learning theories, teaching development, critical thinking, development and assessment for the purpose of gaining deeper understanding prior to the design and implementation of Instructional Development Intervention (IDIs).

Phase I: Pre-IDI

When the data was gathered, the researcher used the process of AI to formulate the questions to be used for the interviews with teachers focusing on four-skills consisting of apply, analyze, evaluate and create. The researcher had designed instruments which had been checked and verified by the experts for validity and experimented it with one class which comprised of 44 students to determine the level of difficulty. The total number of items in the instrument composed of 40 items and 10 items per area. After the researcher has conducted the interview with the 13 science teachers, the researcher involved with the three experts to do the coding and modified the teaching-learning methods.

Phase II: IDI

In order to improve the critical thinking skills of students, the researcher adapted the creation of new teaching method in writing lesson plans. The researcher employed the 5Es method to design the lesson plan which embraced new teaching-learning methods in Biology subject for the purpose of improving critical thinking skills.

Phase III: Post-IDI

In this phase, the researcher distributed the pre-test to students to compare the result of their critical thinking before implementing IDI. The researcher, then,

implemented the modified teaching- learning method with students. In step, the researcher also used observation to evaluate student reactions toward the new teaching-learning method. After the IDI was implemented, the researcher gave post –test to the students. The pre-post test results were compared to determine whether there was any improvement of the critical thinking skills of students before and after teaching.

3.2 The Participants

This section illustrated the target population selection criterion, sample technique. Target population in this study was divided into two groups.

Table 3.1 The target population group 1: Students

Class	Number of population (N)	Sample (n)	Target sample
M. 6/3	43	43	Purposive sample
M.6/4	43	43	Purposive sample
Total	86	86	Purposive sample

Selection criteria

1) Students who studied in grade 12 regardless of GPA they have achieved.

2) Students who studied genetics biology subject.

Table 3.2 The target population group 2: Teachers

Subject	Number of population (N)	Sample (n)	Target sample
Science	13	13	Purposive sample

Selection criteria

1) Teacher who taught general science subject for at least one semester

2) Teacher who taught science subject regardless of level.

3) Teacher who obtained at least undergraduate degree / bachelor's degree.

3.3 Research Instruments

This study employed two instruments consisting of 1) AI interview checklists 2) Pre-post assessments.

3.3.1) Appreciative Inquiry Interview Checklists

Structure of interview checklists, consisting of four parts as showed on Table 3.3 below;

Table 3.3 AI Interview Criteria

Parts	Focus	No. of item
1	General opinion on critical thinking skills	2
2	Successful experience in teaching science	6
3	Dream of IDIS	2
4	Design of IDI	1
	total	**11**

The interview questions for science teachers were constructed using AI 4D Cycle. The main purpose of this research instrument was to explore the teaching strategies of teachers that help improve critical thinking skills of students in science class. It also aimed to review and group the responses in order to draw common findings and design themes which would determine the appropriate model for teaching - learning to be implemented in their respective classes. The researcher conducted the interviews with 13 science teachers and designed the IDIs activities. The interview questions were consisted of four parts. The first part was intended to find out the participants' general opinion on critical thinking skills (what and how). The second part aimed at finding out the most successful experiences in teaching and learning science that helped improved critical thinking skills. The third part aimed at

finding out the dream on how teachers designed teaching-learning methodology for learners to improve their critical thinking skills in science subject by using AI 4D cycles.

3.3.2) Pre and Post Assessments

The following table illustrated the outline of pre-post assessment;

Table 3.4 Pre and Post Assessments (Before experts review)

Question	Focus	No. of item
1	Apply	20
2	Analyze	20
3	Evaluate	20
4	Create	20
	Total	**80**

To ensure validity of the assessment, the researcher sought the experts from the field who held Ph.D. degree in Biology to review while making suggestion how the total number of 80 items might be brought down to specific number. Upon the review of external experts in the field of teaching-learning and assessment related to science subject, the final suggested number of items was narrowed down to 40 items.

Table 3.5 Pre and Post Assessments (After experts review)

Question	Focus	No. of item
1	Apply	10
2	Analyze	10
3	Evaluate	10
4	Create	10
	Total	**40**

There was a test to measure the students' critical thinking of grade 12 students. The 40-item test was consisted of four dimensions for each item; 10 items for the dimension of apply, analyze, evaluate and create which represent collective traits of critical thinking skills. The Pre-test was given on the first period of Biology class when the first semester commenced and the post-test was given after finishing the lessons on Genetic Biology based on knowledge, reference, evaluation and synthesis.

3.3.3) IDIs

The lesson plans of the Biology teacher was used as evidences that show how the lessons were planned according to the syllabus and the school curriculum. This lesson plans indicated the use of inquiry-based method (5E cycle) in teaching biology including other activities.

Table 3.6 IDIs relate to Bloom's theory

Focus	IDIs	No. of lesson plan
Apply	5E	2
Analyze	5E	3
Evaluate	5E	3
Create	5E	1
	Total	**9**

Research instruments validity procedures

The researcher used the following procedure to conduct in this study. The researcher wrote a letter of the request for participation in the study and presented to three experts in various fields such as teacher, expert in teaching science who checked the validity of the interview questions, pre-post assessments and the academic achievement evaluation form.

Summary of students' critical thinking skills measurement

The summary of students' critical thinking skills measurement was taken from the pre-test and post-test. The record of the students' progress determined how they improved in learning the subject.

3.4 Data Collection Procedures

In this section, data collection procedures were divided into two parts; 1) teachers, and 2) students. Each group comprised of three steps.

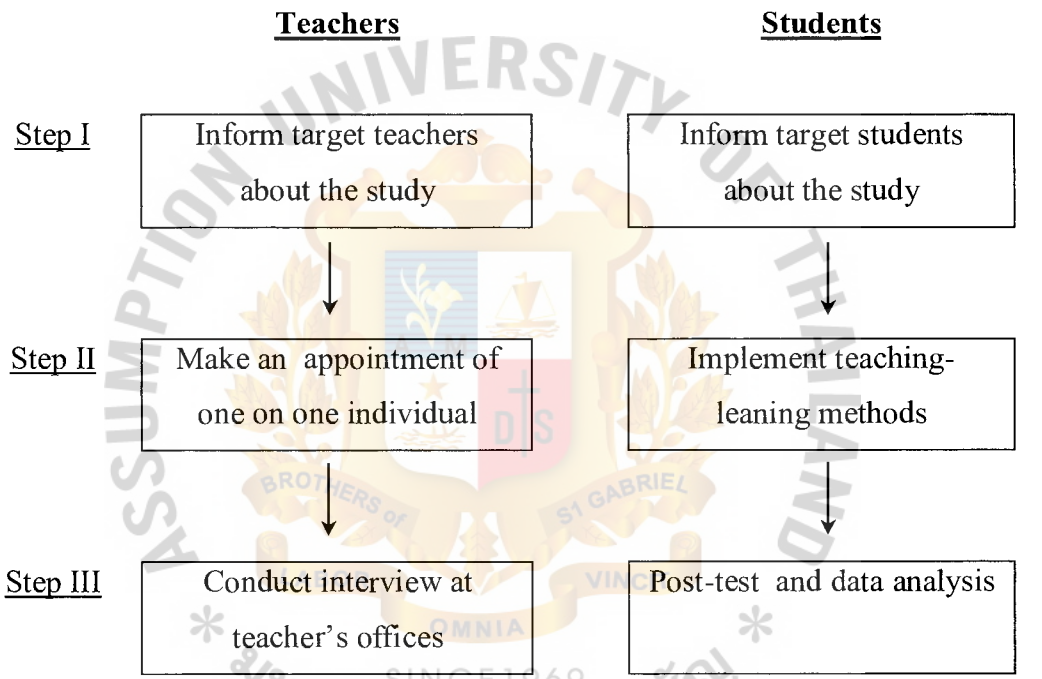


Figure 3.2 Data Collection Procedures

Step 1: The researcher informed key informants to two groups and explained the aims of the study and sought their participations.

Step 2: The researcher made an appointment with key informant (teacher). For students, the implementations of IDI were carried out from start until the end of instructional development interventions (IDIs).

Step 3: The researcher conducted an individual interview with key informants of teacher group. For students, pre-post test was conducted upon completion of instructional development interventions (IDIs).

Table 3.7 Schedule for AI interview and actual time consumption.

Following is a list of actual A1 interviews for each key informant and actual records of interview duration.

Participants Code	Interview Date	Length of Interview
TR.1	10 June 2559	8.55 min.
TR.2	10 June 2559	7.53 min.
TR.3	15 June 2559	9.45 min.
TR.4	16 June 2559	8.34 min.
TR.5	17 June 2559	9.12 min.
TR.6	17 June 2559	8.30 min.
TR.7	18 June 2559	7.50 min.
TR.8	20 June 2559	11.15 min.
TR.9	21 June 2559	9.12 min.
TR.10	21 June 2559	8.32 min.
TR.11	24 June 2559	7.56 min.
TR.12	25 June 2559	8.46 min.
TR.13	27 June 2559	10.14 min.

The researcher used newly-designed teaching-learning model based from all answers of A1 interviews. The duration for teaching was three periods per week with a total of nine. Each period was taught for 50 minutes. The implementation period was in accordance with the planned timetable. It started from the 25th of July 2016 to the 3th August 2016 as shown in Table 3.8

Table 3.8 Schedule for actual time IDI's

No.	Day / Month / Year	Time for Teaching 5Es	Total Periods
1	25 July 2559	09.10-10.10	1
2	27 July 2559	10.15-12.05	2
3	28 July 2559	10.15-11.05	1
4	29 July 2559	10.15-12.05	2
5	2 August 2559	08.20-10.00	1
6	3 August 2559	09.10-10.10	2

The researcher informed students with regard to the purpose of the research, namely participation in the study, the experimentation and evaluation.

Prior to commencing the newly-designed instructional development interventions (IDIs), the pre-test assessment of 40 items was administered. Upon this pre-test, the teaching process which was adapted from the teaching-learning method (5E) was used for experimentation. For the post-implementation process, the researcher administered the academic achievement evaluation for the experimented group using the same test for 40 minutes. The researcher later collected the scores and analyzed.

Table 3.9 Dimension of IDIs

The table illustrated the dimension of IDIs, teaching method and periods.

Dimension of IDI's	Teaching Method	Periods
Pre -Assessment	Critical Thinking Skills Assessment	1 weeks
Apply	5Es	3 weeks
Analyze		
Evaluate		
Create		
Post -Assessment	Critical Thinking Skills Assessment	1 week

3.5 Data Analysis and procedures

The table below illustrated source of data and data analysis procedures for appreciative inquiry interview and pre-post assessment / test.

Table 3.10 Data Analysis & procedure

Source of data	Data analysis procedures
Appreciative-Inquiry interview	- Coding /Inter coding - conclusion
Pre-post test	- Descriptive data analysis - T-test

The researcher used the following to analyze the data:

The analysis of the collected survey data, the researcher used the SPSS (Statistical Package for Social Sciences Version 19.0) to analyze the different statistics according to the following steps:

Analyze the $\bar{x}$ and the Standard Deviation by determining the criteria for the interpretation of the average with the using this criteria (Bunchon, 1992, p.111) of the academic achievement scores from pre and post implementation.

3.5.1 Qualitative Data

Content analysis is a technique for systematically describing written, spoken or visual communication. Content analysis is also used to analyze new material recorded by the researchers, and to classify open-ended responses to interview or survey questions.

In this study, the researcher transcribed the teachers' responses from the recorded interview. The transcribed data was grouped together according to the

frequency of the teachers' responses to find similarities and match them with the appropriate methodology. The data was then given to the three experts for coding who in turn verified which data is appropriate with which teaching-learning method currently in use. The conclusion of the three experts was used to determine the teaching – learning method appropriate to be used in this study.

3.5.2 Quantitative Data

The statistics used to analyze the quantitative data from the pre-test and post-test was the SPSS version 19.0.

3.5.2.1 The Basic Statistics

Percentage (Mean : $\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

When $\bar{x}$ substitute the average

$\sum x$ substitute total score

N substitute total number of data

Standard Deviation (SD)

$$S.D. = \frac{\sqrt{\sum \left(\bar{x} - x\right)^2}}{N}$$

When S.D substitute Standard Deviation

x substitute score of evaluation level

$\bar{x}$ Substitute average

N Substitute total no. of data

3.5.2.2 Statistics for finding the quality of research tool

The OIC (Laddawan Phetchrojana & team, 2002, p.145) was used to measure validity.

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

When IOC substitute OIC between questions and content

$\sum R$ Substitute total of scores of experts opinions on all content

N Substitute total number of experts

N Substitute total number of samples

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

CHAPTER 4

PRESENTATION AND ANALYSIS OF DATA

This chapter comprises of research finding which statistically analyzed using statistical package. The levels of data presentation consisted of pre IDI, IDI, post IDI and were based on the research questions. The researcher used the following steps in analyzing the data.

Phase I Pre IDI: The current situation of student's critical thinking skills among Grade 12 student's for Biology subject

The data was based on the record obtained from the Academic Department that showed the decline in the academic achievement of grade 12 students in Biology class from academic year 2013 – 2015.

Phase II IDI: The designed and implemented teaching and learning model to improve student's critical thinking skills for Biology subject.

The result from the interview of 13 science teachers in order to explore and create an appropriate model of teaching format that enables to improve the students' critical thinking skills using the theory of Appreciative Inquiry or AI and AI 4D cycle.

Phase III Post IDI: The difference between the pre and post implementation of IDIs.

Comparison of students' critical thinking skills based on academic achievement in learning genetic biology of grade 12 students at Assumption College Ubonratchathani before and after implementation of IDI with the use of appropriate teaching-learning method (5E Model).

4.1 Demographic Profile and Participants

Table 4.1 Demographic Profile of the Participants

Participants	Total number of participants	Implementation	Percentage
Students in Grade 12 (M.6/3-4)	86	With IDI	100
Teachers	13	With IDI	100

Table 4.1 showed the demographic profile of the participants in this study which were consisted of 86 students in grade 12 sections 3 and 4 at Assumption College Ubonratchathani. The researcher taught Biology subject starting from the first semester of the academic year 2016.

There were also 13 science teachers who were purposively chosen to participate in the study. These teachers taught science in different grade levels in the first semester of academic year 2016 at Assumption College Ubonratchathani.

Phase I: Pre- Instructional Development intervention (Pre-IDI)

In this phase, the researcher presented the current situation of student's critical thinking skills in science subjects and responded to the research question number one.

Research Question 1: ***What is the current situation of student's critical thinking skills among grade 12 student's for biology subject?***

4.2 Presentation and Analysis of Pre-IDI Results

The Pre-ODI focused on the current situation of student's critical thinking skills among Grade 12 student's for Biology subject. The researcher identified the problem on critical thinking skills of students in Biology subject, and collected the quantitative data from Biology classes of 86 grade 12 students sections 3, 4 and 5 for the first semester of academic year 2013-2015.

4.2.1 Pre-test Results

Table 4.2 Presentation of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills

Critical thinking skills	No. of sample students (N)	No. of test items for each Skills	The number of students who answer question relate to each critical thinking correctly	Average percentage of student who answer question correctly Pre-test
Apply	86	10	35.40	41.162
Analyze	86	10	28.90	33.604
Evaluate	86	10	33.20	38.604
Create	86	10	27.80	32.327
Total	86	40	31.33	36.424

According to 4.3, the results of average students who answered the question correctly was 31.33 or 36.424 percent in all four areas. The skills which gained the highest result was apply (41.162%). The other skills showed the number of 38.604 percent in Evaluate, 33.604 percent in Analyze, and 32.327 in Create.

4.2.2 Students' Performance by Group of Academic Achievement

After implementing critical assessment before using IDI, the results of students' achievement dividing by their performance by group showed as following:

Table 4.3 Students' Performance by Group of Academic Achievement before IDI

Group of Student	No. of test items	No. of sample group	Score before IDI
Excellent group	40	26	19.81
Average group	40	47	12.83
Basic group	40	13	7.92
Total	**40**	**86**	**14.20**

From table 4.3, it showed that the average score before IDI of students in 40 item was 14.20. There were 86 students participated in this assessment.

The excellent group was consisted of 26 students. The students attained average score of 19.81 of 40 items in total. The average group of 47 students got 12.83 score out of 40 items. The basic group which was consisted of 13 students achieved 7.92 score correct.

Phase II: Instructional Development Intervention (IDI)

In this phase, the researcher presented the conducted (IDI) activities and answered the question number 2

Research question 2: What IDIs could be designed and implemented to improve student's critical thinking skills for Biology subject?

4.3 Proposed of Instruction Development Intervention

The researcher conducted an interview of 13 science teachers and implemented the IDI activity using the interview questions. The interview questions were consisted of four parts. The first part was intended to find out the participants' general opinion on critical thinking skills (what and how). The second part aimed at finding out the most successful experience in teaching and learning science to improve critical thinking skills. The third part was aimed at finding out the dream on how teachers design methodology for learners to improve their critical thinking skills in science subject by using AI 4D cycles, dream in order to define the way to improve effective teaching - learning methods in Biology subject.

The researcher collected the data by using the theory of AI 4D cycle: Discover (D1), Dream (D2), Design (D3) and Destiny (D4). The researcher used Discover (D1) in order to find out the most successful experience in teaching and learning science in science subject to improve critical thinking skills and dream (D2) and design (D3) in order to find out the dream on how teachers design methodology for learner to improve their critical thinking skills. The researcher gathered the data and inter-coded by three experts to identify the commonalities or common themes of teaching and learning methods for science subject for the purpose for improving the critical thinking skills of the students. The result of the interview questions was shown as following:

4.3.1 Appreciative Inquiry (AI) Interview

The results of the interview question from the 13 science teachers which were inter-coded by three experts for modified effective teaching-learning methods to help improve student academic achievement in term of student's critical thinking skills.

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
Part 1 General Opinion on Critical Thinking Skills 1. What is your opinion about critical thinking skills?	According to the interview, all the teachers (TR.1, TR.2, TR.3, TR.4, TR.5, TR.6, TR.7, TR.8, TR.9, TR.10, TR.11, TR.12, and TR.13) expressed similar opinions that critical thinking skills provide students with reasonable and reflective way of thinking and making careful decisions. For example: "….makes us think systematically that contributes to careful reasoning…" (Intw. TR.3,15 June 2016, Trans.) And: " ….it is something that everyone must possess which help in making choices and decisions and whether to be convinced or not regarding the cause and effect of something….." (Intw. TR.12, 25 June 2016, Trans.) And also: "….it is the ability to think and make decisions using collective causes and effects….." (Intw. TR.13, 27 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Evaluate**.	Evaluate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
2. How important is the critical thinking skills in term of students' academic performance?	Regarding the importance of critical thinking skills in terms of academic performance, the teachers have given various significant reasons which can be aligned to the 5E Model in terms of Explore and Evaluate. Three teachers (TR.1, TR.3, and TR.5) explained that critical thinking skills allowed students to think, search and able to analyze and consider various aspects of learning which is important in attaining goals successfully as well as help them improve their academic performance because it results in having positive attitude towards learning (TR.6) as shown in the transcription below: "....students learn to think and find variety of answers ...." (Intw. TR.1, 10 June 2016, Trans.) And: "....makes students learn to use carefully contemplated reasoning and accept differences in opinions academic performance can be improved much better." (Intw. TR.3, 15 June 2016, Trans.) In addition, TR.4 considered having critical thinking skills as a significant skill in the 21st century learning. TR.4 stated that:	Explore Evaluate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	"Critical thinking skills practice students their reasoning skills that enables them to solve problems on their own which has a positive impact on their learning." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Explore and Evaluate**.	
Part 2 Finding out the most successful experience in teaching and learning science to improve critical thinking skills. (Discovery in AI.) 1. What was your most successful experience in teaching to improve critical thinking skills in teaching science?	There are nine teachers (TR.1, TR.2, TR.3, TR.4, TR.5, TR.6, TR.7, TR.8 and TR.9) who shared about their most successful experiences in teaching to improve critical thinking skills in teaching science. This part of the interview responses are aligned to the 5E Model in terms of Engage which allow students to use reasoning and systematic thinking in making decisions and solving problems, actual practice and working in teams (TR.1, TR.2, TR.4, TR. 7 and TR.9). It also stimulates questioning for clarity and inspires students' interest in learning. For example: "....knowing that the students are able to use reasons, systematic thinking in making decisions and solving various problems." (Intw. TR.1, 10 June 2016, Trans.)	Engage

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	And: " ...when students practice to think and solve problems by generating questions that make them think and find solutions to problems by working in teams." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) Another teacher shared successful experiences in teaching to improve critical thinking skills as TR.7 said: "....the students use their judgment in solving problems from doing experiments together with evaluation and comparison and they are able to accept the problems encountered by those around them." (Intw. TR.7, 18 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Engage.**	
2 How did your students gain knowledge in learning the science subject?	The teachers responded that the students gain knowledge in learning science in many ways such as using various media, current events, news for comparison (TR.1); teaching students principles of analysis, synthesis and practice (Tr.2 and TR.4); use of scientific processes (TR.3); focus on learning through pictures / illustrations (TR.5); learning from	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	environment, interesting topics, generating questions leading to responses to questions (TR.6); using CIPPA Model (TR.7) as well as adapting 5E Model which also included evaluation using scientific processes and encouraging practice (TR.8). The above-mentioned ways were significant in terms of acquiring knowledge in science subjects that provided students with utmost benefit as mentioned by the science teachers. For example: "…teach to understand the principles of analysis and synthesis and practice, find answers by oneself with the teacher's guidance…" (Intw. TR.2, 10 June 2016, Trans.) "…..teach by allowing students to find answers on their own to practice together as a team (PBL)". (Intw.TR.4, 16 June 2016, Trans.) And: "….students learned by the teacher's way of adapting the 5E teaching-learning model composed of engage, explore, explain, expand, and evaluation that teaches students to follow scientific processes during lectures and allow them to practice which make them understand the lessons much better." (Intw. TR.8, 20 June 2016, Trans.)	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	Experts Inter-Code on Key Theme; The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model.	
2.1) How do you teach students to improve student's critical thinking in terms of applying?	In terms of application, the teachers' responses to how they teach students to improve critical thinking in terms of applying included the use of various situations or events to formulate questions that link previous knowledge to new one as well as to find answers that lead to evaluation (TR.1, TR.4); use examples to introduce lessons (TR.2); adapt Bloom's taxonomy (TR.3); teach students to use imagination, creativity and create innovations based on the lesson content (TR.5); explain events encountered in daily life, encourage students to solve problems and make decisions (TR.6, TR.7); use STEM and multiple processes to improve critical thinking skills in terms of application (TR.8); and let students take tests, summarize the concept on their own based on theoretical matters (TR.9). The above ideas are supported by the teachers as shown by these examples: "I use formulated questions that encourage students to find answers to the questions which can lead to evaluation. (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.)	Engage Evaluate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	And: "…teach science using multiple processes to improve students' critical thinking skills in terms of application such as STEM." (Intw. TR.8, 20 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Engage, Elaborate, Evaluate**.	
2.2) How do you teach students to improve student's critical thinking in terms of analyzing?	In terms of analyzing, the teachers responses on how they teach science to improve critical thinking skills, four teachers have stated use of questioning with "what", "how" and "why" whether as a warm-up or from news, stories and other materials or from group work activities that adopt Problem Based learning or PBL (TR.1, TR.3, TR.4 and TR.6). For example: "…adopt PBL in teaching starting with the statement of the problem, creating knowledge from group work using questions to stimulate reasonable critical thinking skills." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Intw.) In addition, two teachers (TR.5 and TR.7) mentioned the use of comparison by creating a mind map to summarize concept as well as evaluation of information, as in the example:	Engage Engage

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	"....teach science by comparison and summarizing important concept using mind-mapping...." (Intw. TR.5, 17 June 2016, Trans.) Other ideas from the interview included using examples of main concept and dividing them into sub-concepts to determine significance (TR.2); use of 5E teaching method (TR.8); and writing analysis from propositions and experiments (TR.9). **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Engage**.	
2.3) How do you teach students to improve student's critical thinking in term of synthesizing / evaluating?	In the aspect of improving students' critical thinking skills in terms of synthesizing and evaluating, two teachers have expressed similar ideas such regarding allowing students to search for and gather knowledge relevant to the group by doing it on their own (TR.2 and TR.6) as stated: "I encourage students to learn to search for / explore knowledge on their own." (Intw. TR.6, 17 June 2016, Trans.) On the other hand, other teachers have expressed different ideas regarding this matter	Explain Explore Elaborate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	such as: practice skills of linking problem / information aside from textbooks (TR.1); explain and convey knowledge to others (TR.3); work in teams, find answers on their own and make synthesis of the work based on the plan (TR.4); teach students to summarize their understanding of the content, outcome or innovation (TR.6); ask students to identify and understand issues (Tr.7); Use Jigsaw method of teaching to segregate information into sections then make conclusion (TR.8 and TR.9). For example: "....work in teams, find answers to questions on their own and be able to synthesize their work according to the plan." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) And also: "... teach students to learn to isolate ideas into various sections and encourage them to make conclusion." (Intw. TR.9, 20 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Explain, Explore, Elaborate**	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
2.4) How do you teach students to improve student's critical thinking in terms of creating?	The teachers' responses to how they teach students to improve their critical thinking in terms of creating showed interesting and useful ideas that are implemented in science classes. Two teachers (TR.3 and TR.5) referred to training students to solve problems on their own using the scientific processes and teaching through projects. Take for example: "….by training students to solve problems, asking them to identify the problems, practice, analyze and collect data together (using synthesis), making conclusion and application…." (Intw. TR.3, 15 June 2016, Trans.) Three teachers (TR.11, TR.12 and TR.13) mentioned working in teams that allow students to share and brainstorm ideas. In addition, two more teachers (TR.2 and TR.4) have mentioned assessment skills particularly self-assessment skills that can help improve students' critical thinking skills, as stated by TR.4: "The teacher designs appropriate assessment and explain to students, train students to do self – assessment, establish evaluation criteria with their friends." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.)	Engage

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	Moreover, the other teachers have expressed different ideas as follow: observing and stimulating interests; and responding to questions (TR.1 and TR.9); asking students to take into consideration data reliability and evaluation accuracy of information (TR.7, TR.8 and TR.9). For example: "Ask students to gather knowledge, both directly and indirectly with consideration on students' experiences, by emphasizing on the reliability of data and determining conclusion." (Intw. TR.7, 18 June 2016, Trans.) **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Evaluate**.	
Part 3 Finding out the dream on how teachers design methodology for learner to improve their critical thinking skills. (Dream and Design in AI.) 3.1) What ways do you think can you improve the students' critical thinking skills in learning science?	In terms of the teachers' opinion on how they can improve the students' critical thinking skills in learning science, the interview has gathered many interesting ideas as follow: Five teachers (TR.4, TR.6, TR.7, TR.10 and TR.11) mentioned the use of questioning to stimulate students' interest which can help in improving their critical thinking skills. For example: "…use questions in working together…learning from things in their surroundings and other interesting matters." (Intw. TR.6, 17 June 2016, Trans.)	Elaborate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	In addition, three teachers (TR.2, TR.4 and TR.5) stated that the use of scientific processes in any task can help in improving the students' critical thinking skills as well, as TR.4 have said: "...let students do problem-based tests, encourage students to contribute in finding solutions to the problems based on the principles of scientific processes..." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) Moreover, two teachers (Tr.7 and TR.9) said that training students to be able to make a link between their prior knowledge to new information can also help in improving their critical thinking skills. For example: "...use questions in teaching students, allow students to solve problems from the given questions and help them to link their knowledge from the old to new one." (Intw. TR.7, 18 June 2016, Intw.) Two teachers (TR.8 and TR.12) shared the importance of encouraging students to do tasks by themselves, whether is in doing experiments, planning or making inquiries. **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Elaborate**.	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
3.2) In the future, how do you think your students can acquire more knowledge in learning the science subject?	Many of the teachers (TR.2, TR.3, TR.4, TR.5 and TR.9) think that students can acquire more knowledge in learning science by using child-centered approach that allow students to do things on their own such as actual experiments and practice with teachers acting as coach, as TR.4 said: "…focus on child-centered approach where teachers act as coach / guide which encourage students to practice and gain practical experiences that can be remembered for a long time." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) Four teachers (TR. 4, TR.5, TR.6 and TR.8) expressed similar ideas on practical knowledge application through STEM education with focus on scientific processes, problem solving and summarizing. For example: "We can teach using STEM education that focuses on scientific processes because it can allow students to gain more knowledge in learning science, an application of knowledge that can be put into practice." (Intw. TR.6, 17 June 2016, Trans.) And: "….to try new ways of experimenting with emphasis on solving problems, actual experiments, making summary of the facts gathered from experiments." (Intw. TR.8, 20 June 2016, Trans.)	Explore, Evaluate Elaborate

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	Moreover, three teachers (TR.1, TR.7 and TR.12) considered the teachers' teaching style as a significant way that students can acquire more knowledge in learning science. They think that teaching the content in a fun, exciting and interesting manner can stimulate the students' critical thinking skills, as TR..1 said: "...teachers should teach the content in fun, exciting and interesting way...." (Intw. TR.1, 10 June 2016, Trans.) In addition, three teachers (TR. 5, TR.8 and TR.9) mentioned learning by observation and using appropriate questioning as other ways of acquiring more knowledge in learning science. This is also a way that students can be innovative and creative. TR.4 and TR.7 said that learning from experiences can also help students in acquiring more knowledge in learning science. **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Explore, Evaluate**, **Elaborate**.	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
Part 4 Follow up (Destiny in AI.) 4.1) In what way do you think the critical thinking skills of grade 12 students in science subject can be improved?	The teachers gave practical suggestions on how grade 12 students can improve their critical thinking skills in learning science. Most of the teachers (TR.2, TR.4, TR.5, TR.8, TR.9, TR.11 and TR.13) unanimously agreed that using variety of scientific processes including appropriate way of questioning can definitely help grade 12 students improve their critical thinking skills in learning science, as TR.2 said: "…use of analysis, synthesis, knowledge of the outside world, real life situation to be able to live harmoniously in society…" (Intw. TR. 2, 10 June 2016, Trans.) " …teach experimenting by adapting the scientific processes for making conclusion…" (Intw. TR.11, 24 June 2016, Trans.) And: "…to search and discuss the cause and effect to come up with the expected goal / target." (Intw. TR.5, 17 June 2016, Trans.) Almost half of the teachers (TR.1, TR.2, TR.3, TR.4, TR. 7, and TR.13) expressed that group working can help the grade 12 students improve their critical thinking skills because they are given the freedom to learn and do things as a team. It fosters a more relaxed and encouraging atmosphere in learning science. For example:	Explain, Evaluate:

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	"...allow students to engage in group work more, this way they are able to learn the spirit of team work." (Intw. TR.3, 15 July 2016, Trans.) And also: "....train students to work together as a team, plan together will encourage them to try to discuss and find out solutions to problems." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) Another significant suggestion in improving the grade 12 students' critical thinking skills is by teaching Project Based Learning or PBL. The teachers believe that this approach lead students to doing things freely from planning, implementation and evaluation. In addition, this approach may also improve the students' skills in finding solutions to problems which they will be doing on their own. The teacher's responsibility is to act as their coach. For example: "...teach PBL so that at this stage they can practice to work on their own, plan and make contributions, find answers to questions, practice various ways of thinking....the teachers only guide	

Table 4.4 Results of Interview with Science Teachers

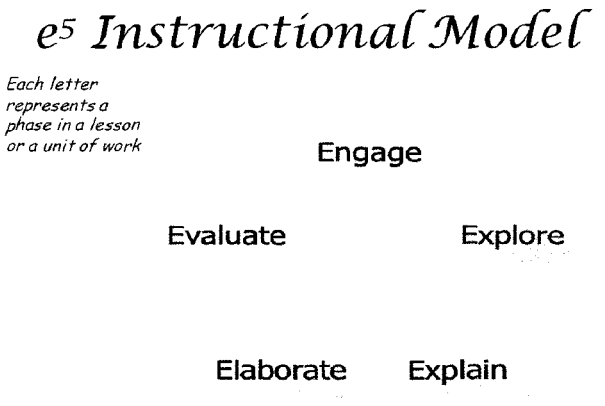
Questions	Teachers' Responses	Aligned with 5E Model
	the students during implementation and eventually the students are able to work together to accomplish their desired goal." (Intw. TR.4, 16 June 2016, Trans.) Some other suggestions from the interview of teachers included the following: sharing and brainstorming ideas (TR. 5 and TR.13); collaborative learning (TR.7) as well as linking previous knowledge to new one and adapting them to the present situation. **Experts Inter-Code on Key Theme;** The above statements gathered from the interview of the science teachers, the experts aligned them with the 5E teaching model in terms of **Explain and Evaluate**.	

4.3.2 Proposed of Teaching Model (5Es)

The results of the interview of 13 science teachers which was conducted in order to explore and create an appropriate model of teaching format to identify critical thinking skills based on academic achievement in learning genetic biology of grade 12 students at Assumption College Ubonratchathani was in relation to the research questions number 2 which is to design and implement appropriate IDIs to improve

students' critical thinking skills for biology subject as stated in the interview questions for science teachers.

The interview found that the methods of teaching used by the 13 science teachers which was inter-coded by three experts to identify the appropriate teaching and learning methods effective teaching-learning methods to the learning of science help improve the critical thinking skills of students where the teachers encourage students to learn by themselves through group work. In this way the students are able to build or construct new ideas in addition to whatever existing knowledge and experiences they have and it also helps students to acquire critical thinking skills in different ways, express their opinions, discuss, explore more on matters that interest them for clarity in learning. The knowledge that they acquire can be applied in daily life and this can also serve as an evaluation by using questionnaire, practice, activities, tests, bulletin boards, individual and group evaluation to assess whether what and how much knowledge the students have in which the results of the interviews were in line with the teaching-learning model 5Es. Thus the researcher used the teaching-learning model 5E in practice to conduct this study which consists of the following phases (Mulsadeng, 2001):



(1) Engagement is the phase to make the connections between past and present learning experiences, anticipate activities and focus students thinking on the learning outcomes of current activities. The students should become mentally engaged in the concept, process, or skill to be learned.

(2) Exploration is the phase of the 5Es that provides students with a common base of experiences. They identify and develop concepts, processes, and skills. During the exploration phase the students actively explore their environment and manipulate materials.

(3) Explanation is the phase that helps students to explain the concepts that they have been exploring. They have the chance to verbalize their conceptual understanding or to demonstrate new skills or behaviors. The explanation phase also provides opportunities for teachers to introduce formal terms, definitions and explanations for concepts, skills, processes or behaviors.

(4) Elaboration is the phase that extends students' conceptual understanding and allows them to practice skills and behaviors. The learners develop deeper and broader understanding of major concepts through new experiences. In addition, they obtain more areas of interest and refine their ideas.

(5) Evaluation is the phase of the 5Es that encourages learners to assess their understanding and abilities of the activities from phases 1 – 4 in order that the acquired knowledge can be applied in daily life. This is also an assessment using a series of practice tests, doing experimental activities, doing bulletin boards as an individual or group evaluation. Thus this phase allows teachers to evaluate students' understanding of key concepts and skill development.

4.3.3 Impacts of IDI

In IDI phase, the researcher collected the data by using interview questions to find out the most successful experience in teaching and learning method in science subject for using model in action research model AI 4D cycle to improve student's critical thinking skills.

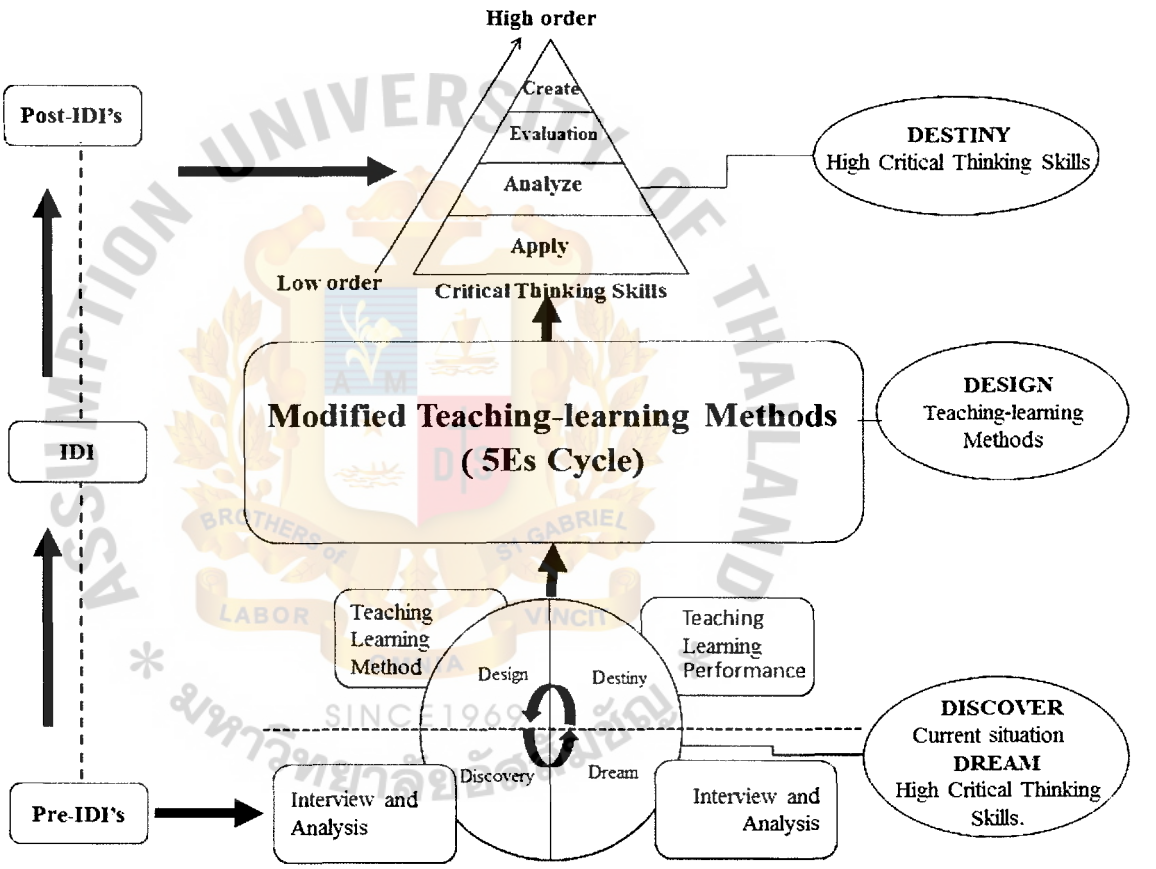


Figure 4.1 Action Research Model for Proposed IDI

Source: Created by the researcher for this study

Table 4.5 5Es Teaching and Learning Model for IDI Intervention of Biology Subject

5Es teaching and learning model	**In Relation to Bloom's Theory**	**IDI Activities**	**Duration**
Engagement	-The learners showed interest, attentively watched video clip -The learners were able to make connection between the existing knowledge and the new one -The learners were able to respond to questions (Cognitive Domain Remembering)	The teacher began the lesson by asking questions that correspond to the lesson to motivate students' interest, curiosity; present video clips to get a clear picture to boost more interest and adjust variety of previous knowledge to easily connect and extend their knowledge.	15 minutes
Exploration	-The learners were able to understand the content from worksheets -The learners were able to work with the other members in the group -There was fun atmosphere in learning	The teacher divided students into 6 groups according to their interests; study together the given knowledge, activities and worksheets with the teacher acting as coach when students have doubts particularly giving closer	30 minutes

Table 4.5 5Es Teaching and Learning Model for IDI Intervention of Biology Subject

5Es teaching and learning model	In Relation to Bloom's Theory	IDI Activities	Duration
	(Cognitive Domain-Understanding)	focus on the basic groups.	
Explanation	-The learners showed interests in their friends' presentation -The learners were able to analyze, interpret, summarize and present their work **(Cognitive Domain- Applying)**	The students in each group engaged in debate and exchange of ideas; made conclusion by emphasizing on the use of language and self-understanding to create basic concept then presented their work	25 minutes
Elaboration	-The learners were able to synthesize new knowledge -The learners were able to learn, knowledgeable and clearly understand the content **(Cognitive Domain- Analyzing ,Creating)**	The teacher made hypothetical situation related to the content for students to analyze the causes and effects or offer solutions by linking the content studied with the given solutions as well as providing opportunities for learners to study and inquire about what they want to learn, find information on the internet	15 minutes

Table 4.5 5Es Teaching and Learning Model for IDI Intervention of Biology Subject

5Es teaching and learning model	**In Relation to Bloom's Theory**	**IDI Activities**	**Duration**
Evaluation	-The learners were able to summarize knowledge and content in mind mapping form that covered all areas learnt. -The learners were able to adapt knowledge to apply in their daily life -Able to evaluate the results **(Cognitive Domain- Evaluate)**	The teacher allowed students to consider what they have learned from the content, which aspects they have doubts, use mind mapping to summarize knowledge. Finally, the teacher engaged students in group competition by providing questions for each group to write their answers and gave a prize to the winning group.	15 minutes

The respondents were 86 students in grade 12 sections 3 and 4 of Assumption College Ubonratchathani. This study was conducted for 3 weeks to find out the initial impact of IDI in the development of effective teaching learning methods. Moreover, the research found out the significant difference before and after IDI. In this study, researcher adapted the 5E research model to teach students.

Phase III: Post Instructional Development Intervention (Post-IDI)

In this phase, the researcher presented proposed IDI from the gathering data and answered the research question number three.

Research Question 3: What is the difference between pre and post implementation of IDIs?

4.4 Comparison of Pre and Post IDI

The results regarding the comparison of the students' ability to think critically to solve problems pre and post implementation of the teaching model 5E in terms of achievement in learning genetic biology and genetics of grade 12 students of Assumption College Ubonratchathani based on research question 3 stated as to compare the difference in achievement between pre and post the implementation of IDI found the result as following:

4.4.1 Comparison of the overall critical thinking skills of the students

Table 4.6 Pre-test- and Post-test Result of Comparison of the students' ability to think critically

Phase	No. of test items (n)	No. of sample group (N)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig
Pre	40	86	14.20	4.665	85	-12.09*	.000
Post	40	86	23.77	6.262			

*Statistically significant at 0.05 level

Table 4.6 showed the average before implementation of IDI as 14.20, the standard deviation as 4.665 while the average after implementation of IDI as 23.77,

the standard deviation as 6.262. There is a difference in statistical significance of 0.05 which is based on the assumptions set in the research hypothesis by monitoring hypothesis using t-test dependent sample results.

The pre-test and post-test results of comparison of the average percentage, t-test and Standard Deviation of students who answered the questions correctly in each skill before and after implementation of IDI in terms of Apply, Analyses, Evaluation, Create found that the percentage of students who answered the questions before and after the implementation of IDI have significant difference at 0.05 using the t-test Dependent Sample as shown in tables 4.7 – 4.10.

Table 4.7 Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Apply

Test Type	No. of sample group (N)	No. of test items (n)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig
Pre	86	10	41.162	23.7555	9	-4.577*	.001
Post	86	10	63.139	24.8869			

*Statistically significant at 0.05 level

In term of Apply, the comparative results of pre-test and post-test indicated that the average score in post-test was higher than those in pre-test with average of 63.139 and 41.162. The t score in this skill was -4.577 at 0.05 statistical significant levels.

Table 4.8 Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Analyze

Test Type	No. of sample group (N)	No. of test items (n)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig
Pre	86	10	33.604	15.1378	9	-4.006*	.003
Post	86	10	58.140	28.0252			

*Statistically significant at 0.05 level

In term of Result, the comparative results of pre and post-test presenting in table 4.8 indicated that the average score in post-test was higher than those in pre-test with average of 58.140 and 33.604. The t score in this section was -4.006 at 0.05 statistical significant level.

Table 4.9 Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Evaluate

Test Type	No. of sample group (N)	No. of test items (n)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig
Pre	86	10	38.604	11.7022	9	-5.474*	.000
Post	86	10	63.605	17.5170			

*Statistically significant at 0.05 level

In term of Evaluation, the results indicated that the average score in post-test was higher than those in pre-test with average of 63.605 and 38.604 in pre-test. The t score for this was -5.474 at 0.05 statistical significant levels.

Table 4.10 Comparative Result of Critical thinking skills in terms of Create

Test Type	No. of sample group (N)	No. of test items (n)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig
Pre	86	10	32.327	11.9949	9	-3.763*	.004
Post	86	10	53.605	23.1859			

*Statistically significant at 0.05 level

In term of Create, the comparative results of pre and post-test indicated that the average score in post-test was higher than those in pre-test with average of 53.605 and 32.327 in pre-test. The t score in this score was -3.763 at 0.05 statistical significant level.

4.4.2 Comparison of students' critical thinking by group of academic performance

The results of comparing the ability to think critically to solve problems based on academic achievements of learning genetic biology and genetics of grade 12 students at Assumption College Ubonratchathani before and after learning using the teaching model 5E of three groups of students namely excellent, average and basic showed statistical significance at the 0.05 level which is based on the assumptions set in the research hypothesis by monitoring hypothesis using the t-test dependent sample results as shown in tables 4.11-4.14.

Table 4.11 Comparative Result of the Basic Group

Test Type	No. of test items	No. of sample group (N)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig.
Pre	40	13	7.92	0.862	12	-6.997*	.000
Post	40	13	23.46	8.079			

*Statistically significant at the 0.05 level

According to table 4.11, the presentation of comparative result of basic group, indicated that the average percentage of post-test (23.46) was higher than in pre-test (7.29). The t score of this section was -6.997 at 0.05 significant level.

Table 4.12 Comparative Result of the Average Group

Test Type	No. of test items	No. of sample group (N)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig.
Pre	40	47	12.83	2.297	46	-12.281*	.000
Post	40	47	23.57	5.717			

*Statistically significant at the 0.05 level

The students in average group had different average percentage of 12.83 in pre-test and 23.57 in post-test. It is clear that the average percentage of post-test was higher than in post-test. The t score was -12.281 at 0.05 significant levels.

Table 4.13 Comparative Result of the Excellent Group

Test Type	No. of test items (n)	No. of sample group (N)	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig.
Pre	40	26	19.81	2.684	25	-4.065*	.000
Post	40	26	24.58	6.100			

*Statistically significant at the 0.05 level

The excellent group had the same result as those in average and basic group. The average percentage for pre-test was 19.81 less than in post-test with 24.58. The t score was -4.065 at 0.05 significant levels.

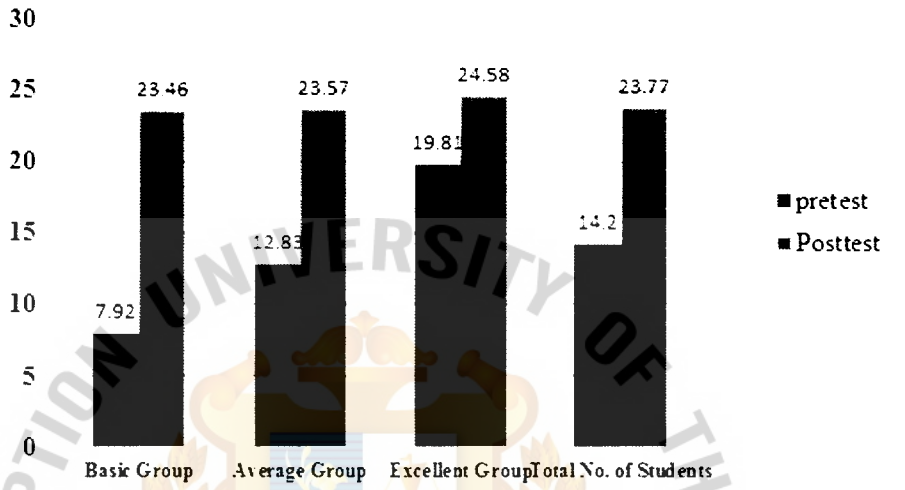
Table 4.14 Comparison of the Pre-test and Post-test of 3 Groups of Students Based on their Academic Achievements in terms of critical thinking skills

Group of Students	No. of test items (n)	No. of sample group (N)	Average Rating ($\bar{x}$)		Difference in Average ($\bar{x}$ posttest- $\bar{x}$ pretest)	Comparison of Statistical Significance
			Pretest	Posttest		
Excellent Group	40	26	19.81	24.58	4.77	Statistically Significant
Average Group	40	47	12.83	23.57	10.74	Statistically Significant
Basic Group	40	13	7.92	23.46	15.54	Statistically Significant
Total No. of Students	40	86	14.20	23.77	9.57	Statistically Significant

*Statistically significant at the 0.05 level

After comparing the average percentage of pre-test and post-test, the result showed that the students' performance in the post-test was higher than in the pre-test.

The basic group showed the most increased by 15.54 percent. The second group with less increase was the average group with the increase of 10.74 percent. The excellent group was the one with the lowest increase of percentage with 4.77. The overall increase for all the three groups was 9.57 percent.



Average Percentage of Students Based on Academic Performance ($\bar{x}$)

Figure 4.2 Comparison of the Pre-test and Post-test of 3 Groups of Students Based on their Academic Achievements

In conclusion, the teaching model 5E is effective and can highly be used to improve critical thinking skills with statistical significance at .05 level.

4.4.3 Hypothesis Testing

Therefore, to make comparison of the average percentage of students who responded correctly to the test questions before and after the implementation of IDI of all the aspects found that the percentage before and after the implementation of IDI have a significant difference at 0.05 using statistical t-test dependent sample as shown in tables 4.16-4.18. Moreover, the above-mentioned result clearly showed that the

grade 12 students' critical thinking skills improved as compared to their academic achievement record. The students were able to respond to the questions which mean that they have skills to apply, analyze, evaluate and create as shown in the comparison of pre and post implementation of IDI using the 5E teaching-learning model.

Table 4.15 The results of comparison of the Average Percentage and Standard Deviation of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills before and after implementation of IDI

Aspects of Critical Thinking Skills	No. of test items	$\bar{x}$		S.D		df	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1.0 Apply	10	41.162	63.139	23.7555	24.8869	3	3
2.0 Analyze	10	33.604	58.140	15.1378	28.0252	1	1
3.0 Evaluate	10	38.604	63.605	11.7022	17.5170	2	3
4.0 Create	10	32.237	53.605	11.9949	23.1859	36	36
Total		**36.424**	**59.622**	**16.1627**	**23.1545**	**39**	**39**

In term of apply, based on the table above, it was found the average score of post ID was greater than pre-OD. The similar results showed in other skills which indicated that post-ID was greater than those in pre-OD. The average percentage of post ID was greater than in pre-OD with number of 59.622 and 36.424.

Table 4.16 Comparison of the Average Percentage of Students Who Took the Pre-test and Post-test Correctly and Divided Into 4 Aspects

Critical thinking skills	No. of test items	Average Percentage ($\bar{x}$)	
		Pre-test	Post-test
Apply	10	41.162	63.139
Analyze	10	33.604	58.140
Evaluate	10	38.604	63.605
Create	10	32.327	53.605
Total	**40**	**36.424**	**59.622**

Table 4.16 shows the comparison of the average percentage of students who took the pre-test and post-test correctly in each aspects. The skill with the highest improvement was Evaluation, the second was Analyze, the third was Apply, and the skill with least improvement was Create.

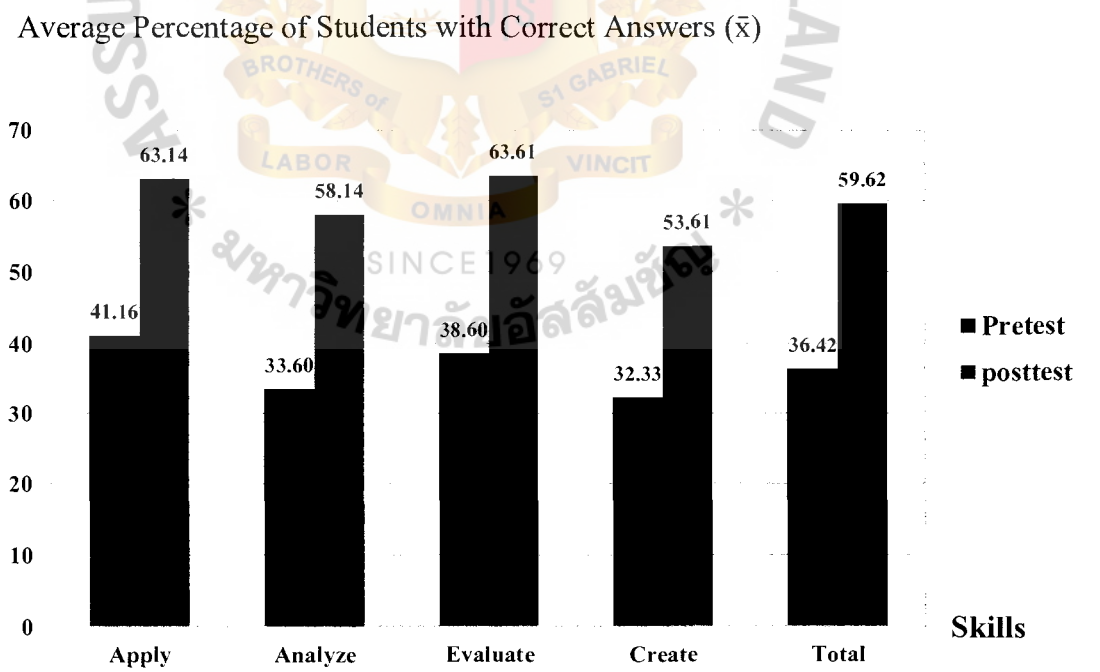


Figure 4.3 Comparison of the Average Percentage of Students Who Answered the Pre-test and Post-test Correctly and Divided into 4 Aspects

Table 4.17 presented the result of comparison of average percentage and standard deviation of students who answered the questions correctly. The average percentage of correct answer was 48.023. The t- score was -6.997 at the 0.05 significant levels.

Table 4.17 The results of comparison of Average Percentage and Standard Deviation of students who answered the questions correctly in every item of the pre-test and post-test

Test Type	No. of sample group (N)	No. of test items	$\bar{x}$	S.D	df	t	Sig.
Pre – Post Test	86	80	1.500	0.5032	79	-6.997	.000*
Correct	86	80	48.023	23.0190			

*Statistically significant at the 0.05 level

To conclude the researcher accepted the second hypotheses (Ha1) which stated that "there is difference between before and after IDI on students' critical thinking skills.

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

CHAPTER 5

SUMMARY, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This chapter presents the summary of fact findings from critical thinking skills development process and proposed-IDI. The researcher divided this chapter into three sections: the first section is the fact findings, the second section is the conclusion of the study and the last section is the recommendations for future research.

5.1 Summary of Findings

Phase I: Pre- Instructional Development Intervention

In this phase of the study, the researcher analyzes data of current situation on critical thinking of grade 12 students in Biology. The finding in this phase indicated that the students lacked the ability to think critically to solve problems as they poorly responded to the given open - ended type of test questions. In four areas of critical thinking, the students had highest score in apply (41.16%). The findings showed that the students had low skills in other areas as well that all of them had average percentage not more than 50 percent. The analyzed skills of the students was 33.60 percent, the evaluate skill was 38.604 percent, and create was 32.33 percent. The average percentage of 4 areas of critical thinking skills was 36.42 percent which was in low level. After realizing the current situation on critical thinking skills of the students, the researcher developed the AI 4Ds interview to search for the most appropriate teaching-learning activity and the result indicated that the teachers proposed the 5E learning process to develop students.

Phase II: Instructional Development Intervention

In this phase, the researcher developed the teaching model according to the answers of AI interview. The result of AI interview indicated that the methods of teaching used by the 13 science teachers which was inter-coded grouping by three experts and appropriate model of teaching learning methods to the learning of science help improve the critical thinking skills of students, where the teachers encourage students to learn by themselves through group work. In this way the students are able to build or construct new ideas in addition to whatever existing knowledge and experiences they have and it also helps students to acquire critical thinking skills in different ways, express their opinions, discuss, explore more on matters that interest them for clarity in learning. The knowledge that they acquire can be applied in daily life and this can also serve as an evaluation by using questionnaire, practice, activities, tests, bulletin boards, individual and group evaluation to assess whether what and how much knowledge the students have in which the results of the interviews were in line with the teaching-learning model 5Es which answered the question number two which was to design and implement teaching model as IDI to improve students' critical skills.

Phase III: Post Instructional Development Intervention

In this phase, the researcher compared the result of pre and post IDI. The research found that The results regarding the comparison of the students' ability to think critically to solve problems before and after implementation of the teaching model 5E in terms of achievement in learning genetic biology and genetics of grade 12 students showed difference in achievement between before and after the implementation of IDI found that the average before implementation of IDI as 14.20,

the standard deviation as 4.665 while the average after implementation of IDI as 23.77, the standard deviation as 6.262. There is a difference in statistical significance of 0.05 which is based on the assumptions set in the research hypothesis by monitoring hypothesis using t-test dependent sample results.

Therefore, to make comparison of the average percentage of students who responded correctly to the test questions before and after the implementation of IDI of all the aspects found that the percentage before and after the implementation of IDI have a significant difference at 0.05 using statistical t-test dependent sample. Moreover, the above-mentioned result clearly showed that the grade 12 students' critical thinking skills improved as compared to their academic achievement record. The students were able to respond to the questions which mean that they have skills to apply, analyze, evaluate and create as shown in the comparison of pre and post implementation of IDI using the 5E teaching-learning model.

5.2 Conclusion

The main purpose of the study was to develop an effective teaching -learning methods to help improve the critical thinking skills of grade12 students in Biology subject at Assumption College Ubonratchathani. The researcher was consisted of three phases: Pre-IDI, IDI, and Post-IDI. Pre- IDI phase was the process to identify the problem in terms of the students' critical thinking skills in Biology subject. It is a challenge for teachers to look for appropriate model of teaching learning methods to help improve the critical thinking skills of students. In IDI phase, the researcher collected the data by using interview questions to find out the most successful experience in teaching and learning method in science subject for using model in action research model by using 4I 4Ds cycle to improve student's critical thinking

skills. The respondents were 86 students in grade 12 sections 3 and 4. In the post IDI phase, the researcher used 5Es model to teach in classes. After teaching has been done, data were collected and analyzed from the findings of pre and posttests. The researcher later collected the scores and analyzed and compared the difference between before and after implementation of IDIs, of student's critical thinking skills in terms of academic achievement.

To conclude, the teaching model 5E is effective and can highly be used to improve critical thinking skills with statistical significance at .05 levels.

5.3 Recommendations for Future Practice and Future Research

This study is limited to the exploration of the ways to help improve the critical thinking skills of grade 12 students in learning Genetic Biology. It cannot be generalized to another context. The ways to improve the critical thinking skills of students in other fields of science could have been explored. This may include other subject areas in other grade levels.

In practical use for teaching and learning activities, the 5Es Model can effectively improve students' critical thinking. Therefore, the teacher may apply this model of teaching with students more often.

In the future, the researcher who is interested in the study on this topic may need larger population as participants and the length of research also can be extended. Future studies may also deal with larger scale research study that focuses on big number of students and teachers using both quantitative and qualitative method of conducting research.

BIBLIOGRAPHY

Aiyawan, T. (2012). *The Development of Effectiveness in Learning Performance in Science Subject of Grade 6 students: The Human Body ; a Case Study of 5Es Learning*. Khonkan University. Khonkan.

Ali A., (2014), "The Effect of Inquiry-Based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course". Universal Journal of Educational Research. Vol.2, p.37-41

Anderson, L. W., and D. Krathwohl (Eds) (2001*). A Taxonomy for Learning and Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York

Angelo T. A., (1995), "Beginning the dialogue: Thoughts on promoting critical thinking: Classroom assessment for critical thinking". Teaching of Psychology, 22(1), 6-7

Aviles C.B., (1999), "Understanding and Testing for "Critical Thinking" with Bloom's Taxonomy of Educational Objectives". Paper presented at the Council on Social Work Education 45th Annual Conference; 10-13 March 1999, San Francisco. Washington (DC): ERIC Clearinghouse. Report no. SO032219.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David McKay, 356, 1998-1999

Beyer B.K., (1987), "Practical Strategies for the Teaching of Thinking". Boston: Allyn and Bacon.

Beyer B. K., (1995), "Critical thinking. Bloomington", IN: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

Bissel A.N., & Lemon P.P., (2006), "A New Method of Assessing Critical Thinking in the Classroom". Bioscience, 56, 66-72

Caroline A. C. et al, (2006), "An Appreciative Inquiry Approach to Practice Improvement and Transformative Change in Health Care Settings". Q Manage Health Care. Vol. 16, Iss 3, pp. 194–204

Cottrell, S. (2002). *Critical thinking skills*. New York: Palgrave Macmillan

Cooperrider, D.L., & Whiteney, D.(2005). *Appreciative Inquiry: A positive revelation in change.* San Francisco, California:Bereet-Koehler Publishers, Inc

Cooperrider, D.L. & Srivastva, S. (1987) *Appreciative inquiry in organizational life.* In Woodman,

Cousins, J. B. & J. A. (1993). *Improving Higher Order Thinking Skills by Teaching with with Computer: A com parative study journal of research on computing in education,* 26 (1), 94-115

Cromwell L., (1992), "Teaching Critical Thinking in the Arts and Humanities". Milwaukee: Alverno Productions.

Dian H., Peter D.H., Kenneth G, (1995), "Management and Organization: Relational Alternatives to Individualism". Ashgate Publishing.

Duron R., (2006), " Critical Thinking Framework For Any Discipline". International Journal of Teaching and Learning in Higher Education; Vol. 17, Iss. 1812-9129, p160-166

Fonseka, S. Annual Report (2009): *Brothers of Saints Gabriel of Thailand. Saint Gabriel's Foundation,* Bangkok.

Edwin C. T. (2016), "Appreciative Inquiry: A Positive Approach to Change". Retrieved from www.ipspr.sc.edu/ejournal/ejournal0611/appreciative%20inquiry.pdf

Emily R.L., (2011), "Critical Thinking: A literature Review". Research Report. Pearson Publications.

Ennis, R. H. (1985). *A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill. Educational Leadership*. (October): 46.

Evaluation and Approval of Education Education Office (1999). *Indicator and Criteria For School Evaluation of Basic Education of Thailand (second round)*. Fourth Edition. Judthong Publisher. Bangkok.

Griffitts, D.C. (1987). *The Effect of Activity – Oriented Science Instruction on the Development*.Dissertation Abstracts International: 1102-A.

Han J., (1995), "The quest for national standards in science education in Korea". Studies in Science Education, 26, 59-71.

Harwell S. H., (2003), "Teacher Professional Development: It's Not an Event, It's a Process. Taxas, CORD Publisher.

Ishikawa K., (1986), "Fishbone Diagram". Retrieved from http://www.improhealth.org/fileadmin/Documents/Improvement Tools /Fishbone_diagram.pdf

Kantajai P.,(2011), "The Implementation of Critical Thinking Tool Kits Among 4th Grade Students". Master Degree Thesis, Chiang Mai University.

Kobrin J.C., (2015), Critical Thinking= Critical for the Future. Retrieved from http://www. pearsoned.com/education-blog/critical-thinking-critical-for-the-future/

Lumpkin, Cynthia Rolen. (1991). "*Effects of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability. Achievement, and Retention of Social Studies Content by fifth and Sixth - Graders,"* Dissertation Abstracts International. (May) 3694 – A

Moor B. N., Richard P., (2001), "Critical Thinking 6th Edition". California: Mayfield Publishing Company

Norris, S.P. (1985). *Synthesis of Research on Critical Thinking. Educational Leadership,* 42(8).

Norris,S.P. & Ennis ,R.H.(1989). *Evaluation Critical Thinking*. Midwest Publication Critical Thinking Press.

Parker, J. & R.L. Moor (2005). *Mathematics and Teacher*. Mathematics Association of America

Paul, R.W. & Elder, L. (2002) *Critical thinking: Tools for taking Charge of your professional and personal life*. New Jersey: Pearson Education.

Paul, R.W. & Elder, L. (2008). How to read a paragraph. pp.10-11. Dillon Beach: Foundation for Critical Thiking Press.

Pohl M.,(2000), "Teaching Complex Thinking: Critical, Creative, Caring. Hawker Brownlow Education

Roehrig G., & Luft J. A., (2004), "Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons". International Journal of Science Education, 23, 3-24

Schraer, W.D. and Stoltze, H.J. (1993). *Biology The Study of Life*. New York : Prentice Hall.

Shepardson, D.P. (1997). "*The Nature of Student Thinking in Life Science*. Laboratories". School Science and Mathematics, 1,37-44.

Sornthako S., (2007). "Critical Thinking Among 3rd Grade Students in Science Subject" Master Degree Thesis, Chiang Mai University.

Srisapan, M. (2012). *The Action Research to Develop Critical Thinking Skills by Applying 5E: A Case Study of Mattayom 2 Ubon Ratchathani Sport School.* Thammasart University. Bangkok.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W.(1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary school Second. Columbus* : Charles E.Merril Publishing Company.

Tassanee Kammanee (2008). *The Selective Teaching-Learning Process.* Chulalongkorn Publishing. Bangkok

Tarkington, S.A. (1989). *Improving Critical Thinking Skills Using Paideia Seminars in A seventh-Grade Literature Curriculum* . EDD University of San Diego.

Teaching of Psychology (1995), "Teaching of Psychology : Volume 22". Teaching of Psuchology: Vol. 22, Iss. 1, 1995.

Thailand Education (2009). *Basic Core Curriculum.* Education Department of Thailand. Bangkok. R. W. & Pasmore, W.A. (eds*) Research in Organizational Change And Development,* Vol. 1 (129–169). Stamford, CT: JAI Press.

Wongsothorn A., (2010), "Research Levels of English Skills of Thai Students. Language Institute. Bangkok: Chulalongkorn

APPENDICES

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix A

Interview Questions for Science Teachers

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix A : Interview Questions for Science Teachers

Objective: To explore the teaching strategies of teachers that help improve critical thinking skills of students in science class

Part 1 General Opinion on Critical Thinking Skills

1. What is your opinion about critical thinking skills?

ในความคิดของคุณ คุณมีความเห็นเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าอะไร

_____

_____

2. How important is the critical thinking skills in term of Students' academic performance?

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญอย่างไร ในแง่ของผลการเรียนของนักเรียนอย่างไร

_____

_____

Part 2 Finding out the most successful experience in teaching and learning science to improve

critical thinking skills. (**Discovery in AI.**)

1. What was your most successful experience in to improve

critical thinking skills in teaching science?

อะไรคือสิ่งที่คุณประสบความสำเร็จที่สุด ในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์?

_____

_____

_____

2 How did your students gain knowledge in learning the science subject?

(How did you teach students to gain knowledge in learning the science subject?)

คุณมีวิธีการสอนนักเรียนอย่างไร ให้ได้รับความรู้ในการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์?

2.1) How do you teach students to improve students's critical thinking in term of applying?

คุณจะสอนอย่างไรให้นักเรียน มีการปรับปรุงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแง่ของการประยุกต์ใช้

2.2) How do you teach students to improve students's critical thinking in term of analyzing?

คุณจะสอนนักเรียนอย่างไร เพื่อปรับปรุงนักเรียนด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแง่ของ การวิเคราะห์?

2.3) How do you teach students to improve students's critical thinking in term of Synthesizing?

คุณสอนนักเรียนอย่างไร ให้มีการปรับปรุงนักเรียนด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในส่วนของ การสังเคราะห์?

2.4) How do you teach students to improve students's critical thinking in term of evaluating?

คุณสอนอย่างไร ให้มีการปรับปรุงนักเรียนด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่อง ทักษะของการประเมิน?

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Part 3 Finding out the dream on how teachers design methodology for learner to improve their critical thinking skills. (**Dream and Design in AI.**)

3.1)What ways do you think can you improve the students' critical thinking skills in learning science?

คุณคิดว่ามีวิธีการใดที่คุณสามารถปรับปรุงนักเรียนให้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้

_____

_____

_____

3.2) In the future, how do you think your students can acquire more knowledge in learning

the science subject?

ในอนาคตวิธีการที่นักเรียนจะได้รับความรู้มากขึ้นในการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

_____

_____

_____

Part 4 Follow up (**Destiny in AI.**)

1. In what way do you think the critical thinking skills of grade 12 students in science Subject can be improved?

วิธีการใดที่คุณคิดว่าสามารถปรับปรุงทักษะการคิดของนักเรียนเกรด 12 ในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้

_____

_____

_____

_____

_____

****

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix B

Summarize of Experts IOC ratings

For Interview Questions for Science Teachers

Appendix B : Summarize of Experts IOC ratings

For Interview Questions for Science Teachers

Interview Questions for Science Teachers	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
1. What is your opinion about critical thinking skills?	+1	+1	+1	1	No comment
2. How important are critical thinking skills in terms of Students' academic performance?	+1	+1	+1	1	No comment
3. What was your most successful experience in improving critical thinking skills in teaching science?	+1	+1	0	0.66	No comment
4. How did your students gain knowledge in learning the science subject?	0	+1	+1	0.66	How did you teach students to gain knowledge in learning the science subject?
5. How do you teach students to improve students 'critical thinking skills in terms of application?	+1	+1	+1	1	No comment
6. How do you teach students to improve students 'critical thinking skills in terms of analysis?	+1	+1	+1	1	No comment
7. How do you teach students to improve students' critical thinking skills in term of Synthesizing?	+1	+1	+1	1	No comment
8. How do you teach students to improve students 'critical thinking skills in term of evaluating?	+1	+1	+1	1	No comment
9. What ways do you think can you improve the students' critical thinking skills in learning science?	+1	+1	+1	1	No comment

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
SINCE1969

Interview Questions for Science Teachers	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
10. In the future, how can students acquire more knowledge in learning the science subject?	0	+1	+1	0.66	-
11. In what ways can you improve thinking skills of grade 12 students in the science Subject?	+1	0	+1	0.66	-

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix C

Index of Item Objective Congruence (IOC)

Appendix C : Index of Item Objective Congruence (IOC)

The criteria are as follows:

+1 means the question is congruent with the objectives

0 means the question is uncertain to be congruent with the objectives

-1 means the question is not congruent with the objectives

TABLE 1: IOC evaluation of expert: 1st _____

Activity 1.1:

Pre-Post Test: For Grade 12 Students in Biology subject

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
1. ข้อใดหมายถึงลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ) ก. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมโดยยีน ข. ลักษณะซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป ค. ลักษณะสืบเนื่องกันไปโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์เป็นสื่อกลาง ง. ถูกทุกข้อ	+1	+1	+1	+1	
2. ข้อใดเป็นลักษณะพันธุกรรมแบบแปรผันต่อเนื่อง (continuous variation) ในมนุษย์ A = ลักษณะผิวเผือก กับผิวปกติ B = ลักษณะความสูง C = ระดับสติปัญญา D = จำนวนชั้นของหนังตา E = สีผิว (ด้านความเข้าใจ) ก. A B และ C ข. B C และ E ค. A B C และ E ง. A B C D และ E	+1	+1	+1	+1	

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
3. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านการนำไปใช้) ก. มีแผลเป็นเหมือนพ่อ ข. มีนิ้วเท้ายาวเหมือนแม่ ค. มีรสนิยมการแต่งกายเหมือนพี่สาว ง. ชอบรับประทานอาหารรสจัดเหมือนแม่	+1	+1	+1	+1	
4. ① จากภาพหมายเลข 1 คือข้อใด (ด้านความรู้ความจำ) ก. เส้นใยโครมาทิน ข. โครมาทิด ค. โครโมโซม ง. เซนโทรเมียร์	+1	+1	+1	+1	
5.ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (การวิเคราะห์) ก. ออโทโซมทุกคู่จะมีขนาดเท่ากัน ข. ในเซลล์ร่างกายจะมีโครโมโซม 46 แห่ง ค. โครโมโซมแต่ละคู่จะมีจำนวนยีนต่างกัน ง. เซลล์ไข่หรืออสุจิจะมีโครโมโซม 23 แห่ง	+1	+1	+1	+1	
6. ถ้านักเรียนเจอโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์ตั้งอยู่ใกล้ปลายสุดของด้านในด้านหนึ่งมากจนทำให้ แขนข้างหนึ่งสั้นมาก โครโมโซมชนิดนั้นมีชื่อเรียกว่าอะไร (ด้านการนำไปใช้) ก. เมทาเซนทริก ข. ซับเมทาเซนทริก ค. อะโครเซนทริก ง. เทโลเซนทริก	0	+1	+1	0.66	
7. ในเซลล์ของคน ออโตโซมหรือโครโมโซมร่างกายหมายถึงโครโมโซมคู่ที่เท่าใด (ด้านความรู้ความจำ) ก. คู่ที่ 1 ข. คู่ที่ 23 ค. คู่ที่ 1-22 ง. คู่ที่ 1-23	+1	+1	+1	+1	
8. หน่วยที่ควบคุมและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร (ด้านความรู้ความจำ) ก. ยีน ข. เซลล์ ค. นิวเคลียส ง. โครโมโซม	+1	+1	+1	+1	

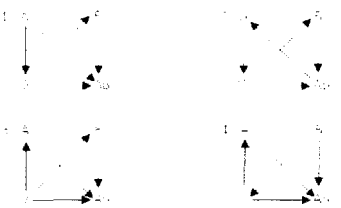
SUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
9. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เป็นการแสดงออกของยีนคือข้อใด (ด้านความเข้าใจ) ก. จีโนไทป์ ข. ฟีโนไทป์ ค. อัลลีล ง. เซลล์สืบพันธุ์	+1	0	+1	+0.66	
10. เซลล์ต่อไปนี้ คือ A = อสุจิ B = ไข่ C = เซลล์เม็ดเลือดขาว D = เซลล์ผิวหนัง เซลล์ในข้อใดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ด้านความรู้ความจำ) ก. A และ B ข. A และ C ค. B และ C ง. C และ D	+1	+1	0	+0.66	
11. ข้อใดเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ด้านความเข้าใจ) ก. แบ่งเซลล์ร่างกาย ข. แบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ใหม่ ค. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่เท่าเดิม คือ 2 ขา ง. ลักษณะสารพันธุกรรมและโครโมโซมในเซลล์ใหม่อาจเปลี่ยนแปลงได้	0	+1	+1	+0.66	
12. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเป็นอย่างไร (ด้านความเข้าใจ) ก. 1 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ ข. 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ ค. 2 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม ง. 4 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม	+1	+1	+1	+1	
13. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส แตกต่างจากไมโอซิสอย่างไร (ด้านความเข้าใจ) ก. ไมโทซิสใช้เวลานานกว่าไมโอซิส ข. ไมโทซิสเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไมโอซิสสร้างเซลล์ร่างกาย ค. ไมโทซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ง. ไมโทซิสไม่มีการไซแนปซิส ไคแอสมา และครอสซิงโอเวอร์ แต่ไมโอซิสมี	+1	+1	0	+0.66	

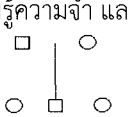
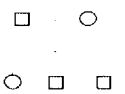
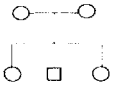
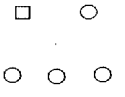
ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE1969

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
14. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสามารถพบได้ที่ใด (ด้านความรู้ความจำ) ก. นิวเคลียส ข. นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม ค. ไซโทพลาซึม ง. เซลล์สืบพันธุ์	+1	+1	+1	+1	
15. สารใน DNA ข้อใดที่ไม่มีใน RNA (ด้านความเข้าใจ) ก. น้ำตาลไรโบสและเบสไธมีน ข. น้ำตาลไรโบสและเบสยูราซิล ค. น้ำตาลดีออกซีไรโบสและเบสไธมีน ง. น้ำตาลดีออกซีไรโบสและเบสยูราซิล	+1	0	+1	+0.66	
16. สมมติว่า DNA มีช่วงเบส T A G T A C ซึ่งจะเป็นแบบในการสังเคราะห์ mRNA ลำดับเบสของ mRNA ดังกล่าวคือข้อใด (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. U A G U A C ข. A U C A T G ค. A U C A U G ง. G C T G C A	+1	0	0	+0.33	
17. ถ้าพ่อแม่มีลักษณะลิ้นห่อได้ ให้กำเนิดทารกคนหนึ่งที่มีลิ้นห่อได้ด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า อย่างไร (ด้านความเข้าใจ) ก. ห่อลิ้นได้เป็นลักษณะเด่น ข. ทั้งพ่อและแม่อาจเป็น homozygous หรือ heterozygous สำหรับยีนนี้ ค. อย่างน้อยพ่อหรือแม่ต้องเป็น homozygous ง. ลูกต้องเป็น heterozygous อย่างแน่นอน	0	+1	+1	+0.66	

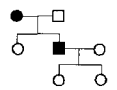
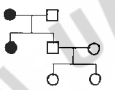
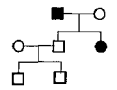
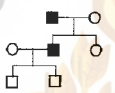
ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
18. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ AaBbCcDdee ถ้าสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนต่างกันกี่แบบ (การนำไปใช้ /ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. 4 แบบ ข. 8 แบบ ค. 16 แบบ ง. 24 แบบ	+1	+1	0	+0.66	
19. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์เป็น BSbs จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้หลายแบบ เซลล์สืบพันธุ์แบบใดที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น (การวิเคราะห์ และ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. BS ข. Bs ค. bs ง. Ss	0	+1	+1	0.66	
20. ถ้าต้องการตรวจสอบฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตว่าเป็น Homozygous dominance หรือ terozygous จะต้องใช้ตัวทดสอบ (tester) ที่เป็นอย่างไร (ด้านการนำไปใช้) ก. Homozygous recessive ข. Homozygous dominance ค. Heterozygous ง. ถูกทุกข้อ	+1	+1	+1	+1	
21. ข้อใดเป็นแผนภาพการให้เลือดที่ถูกต้องตามหมู่เลือด (ด้านความรู้ความจำ)  ก. รูปที่ 1 ข. รูปที่ 2 ค. รูปที่ 3 ง. รูปที่ 4	+1	+1	0	+0.66	

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
22. ในการผสมต้นไม้ดอกสีแดงกับต้นไม้ดอกสีขาวปรากฏว่าได้ลูกเป็นดอกสีชมพูทั้งหมด แสดงว่าอย่างไร (ด้านความเข้าใจ) ก. การผสมนี้เป็น co-dominant ข. การผสมนี้เป็น complete dominant ค. การผสมนี้เป็น Incomplete dominate ง. การผสมนี้เป็น no dominant	+1	0	+1	+0.66	
23. หมู่เลือดของพ่อแม่คู่ใดที่ลูกทุกคนจะมีหมู่เลือดเดียวกัน (ด้านความเข้าใจ) ก. A x A ข. B x B ค. AB x AB ง. O x O	+1	+1	+1	+1	
24. ลูก 7 คน ของครอบครัวหนึ่งมีหมู่เลือด AB ทุกคน แสดงว่า genotype ของพ่อแม่เป็นอย่างไร (การนำไปใช้ และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. $I^AI^A \times I^AI^B$ ข. $I^AI^A \times I^BI^B$ ค. $I^AI^B \times I^AI^B$ ง. $I^AI^B \times I^BI^B$	+1	0	+1	+0.66	
25. ถ้าแม่มีหมู่เลือด B คลอดลูกแฝดมีหมู่เลือดเป็น O และ A พ่อควรจะมีหมู่เลือดอะไร (ด้านการนำไปใช้) ก. O ข. B ค. A ง. A หรือ O	+1	+1	0	+0.66	
26. ลักษณะพงศาวลีในข้อใดไม่ถูกต้อง (ด้านความรู้ความจำ และนำไปใช้) ก.  ข.  ค.  ง. 	+1	0	+1	+0.66	

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABORE ET SCIENTIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
27. ชายคนหนึ่งมีลักษณะนิ้วเกินแต่งงานกับหญิงที่มีนิ้วปกติ มีบุตรชาย 1 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติและบุตรสาว 1 คน ที่มีลักษณะนิ้วเกิน บุตรชายแต่งงานกับหญิงที่มีจำนวนนิ้วปกติและมีบุตรชาย 2 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติ ข้อใดคือเพดดิกรีของครอบครัวนี้ (การวิเคราะห์ และการนำไปใช้) ก.  ข.  ค.  ง. 	0	+1	+1	+0.66	
28. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์เกิดเซลล์สืบพันธุ์แบบใด (ด้านความรู้ความจำ) ก. 22X + 22YY ข. 22XX + 22Y ค. 23 + 23Y ง. 23X + 22Y	+1	+1	+1	+1	
29. ลักษณะความผิดปกติชนิดใดที่อยู่บนโครโมโซมเพศหญิงหรือโครโมโซม X (ด้านความรู้ความจำ) ก. ตาบอดสี ข. ขนยาวที่ใบหู ค. นิ้วเท้ามีพังผืด ง. นิ้วมือเกิน	0	+1	+1	+0.66	
30. ในประชากรกลุ่มหนึ่งมีผู้ชายเป็นโรคตาบอดสีมากกว่าผู้หญิงประมาณสิบเท่า เพราะเหตุใด (ด้านความเข้าใจ) ก. ผู้ชายมีโครโมโซม X โครโมโซมเดียว ข. ผู้ชายมีฮอร์โมนเพศต่างจากผู้หญิง ค. ผู้ชายมีโครโมโซม Y ง. ประชากรมีเพศชายมากว่าเพศหญิง	+1	0	+1	+0.66	

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
31. ข้อใดที่บ่งบอกว่าลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ (ด้านความเข้าใจ) ก. ลักษณะตาบอดสีตรวจพบในครอบครัวที่มีลูกชายมากกว่าลูกสาวเท่านั้น ข. ลักษณะตาบอดสีแสดงลักษณะข่มในเพศชายแต่ลักษณะด้อยในเพศหญิง ค. ลักษณะตาบอดสีมักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ง. ลักษณะตาบอดสีพบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น	+1	+1	+1	+1	
32. ยีนที่ควบคุมตาบอดสีเป็น recessive sex-linked ถ้าหญิงชายตาปกติมีลูกชายตาบอดสี ผู้มียีนตาบอดสีและถ่ายทอดมายังลูกชายคือใคร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. ปู่หรือย่า ข. ตาหรือยาย ค. พ่อหรือแม่ ง. พ่อ	0	+1	+1	+0.66	
33. hemophilia เป็นโรคที่ถูกควบคุมโดย recessive allele บน X-chromosome ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคนี้แต่งงานกับชายปกติผลจะเป็นอย่างไร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค ข. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค ค. ลูกทุกคนเป็นโรค ง. ลูกทุกคนปกติ	+1	+1	0	+0.66	
34. สามีภรรยาคู่หนึ่งมีบุตรตาบอดสีทั้งชายและหญิง จะสรุปได้ว่าอย่างไร (ด้านการนำไปใช้) ก. สามีตาปกติ ภรรยาตาบอดสี ข. สามีตาบอดสี ภรรยาตาปกติ ค. ทั้งสามีและภรรยาตาปกติ แต่ภรรยามียีนเป็นพาหะ ง. สามีตาบอดสี ภรรยาตาบอดสี	+1	0	+1	+0.66	

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
35. ข้อใดเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ) ก. โรคมะเร็ง ข. โรคโลหิตไหลไม่หยุด ค. โรคเซลล์เม็ดเลือดแดง รูปเคียว ง. ข้อ ข และ ค ถูก	+1	+1	+1	+1	
36. สารใดเป็นสารก่อมะเร็ง (ด้านความรู้ความจำ) ก. เมลานิน ข. มิวทาเจน ค. แอนโดรเจน ง. ฮิสโตรเจน	+1	+1	+1	+1	
37. การแต่งงานระหว่างญาติพี่น้องใกล้ชิดกันมักได้ลูกที่ผิดปกติเพราะเหตุใด (ด้านการนำไปใช้) ก. ยีนที่เป็นอันตรายมีสมบัติการแสดงออกรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มพี่น้อง ข. ยีนมิวเทชันมีโอกาสเกิดมากขึ้นในระหว่างพี่กับน้อง ค. ยีนด้อยที่เป็นอันตรายมีโอกาสเข้าคู่กันมากขึ้น ง. การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของ DNA เหมือนกันระหว่างพี่น้อง	+1	+1	0	+0.66	
38. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นมิวเทชัน (ด้านความรู้ความจำ) ก. ตาบอดสี ข. ลักษณะนิ้วเกิน ค. คนผิวขาวในครอบครัวที่มีผิวดำ ง. แบคทีเรียหลายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด	+1	+1	+1	+1	

ST. JOHN'S UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Question item for focus group	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Average of Ratings	Decision on test item 0.5 – 1.0 were deemed acceptable Below 0.5 have to be revised
39. คำอธิบายเกี่ยวกับมิวเทชันข้อใดถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ) A = ถ้าเกิดกับแม่แล้วจะต้องถ่ายทอดไปยังลูกเสมอ B = ต้องทำการชักนำด้วยสารเคมีหรือรังสีต่างๆ C = เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน ลักษณะที่แสดงออกจะผิดไปจากเดิม D = เกิดขึ้นได้ทั้งกับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C ค. ข้อ C และ D ง. ข้อ A และ D	0	+1	+1	+0.66	
40. แมลงที่ได้รับยาฆ่าแมลงแล้วไม่ตาย สามารถออกลูกหลานได้มากมาย ลูกหลานของแมลงนั้นสามารถทนต่อยาฆ่าแมลง จงกล่าวถึงเหตุผลว่าทำไมถึงเป็นเช่นนี้ (การวิเคราะห์) ก. ยาฆ่าแมลงทำให้โครโมโซมของแมลงเพิ่มขึ้น ข. ยีนเกิดมิวเทชัน มีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา ค. แมลงมีการปรับตัวทำให้สามารถต้านทานต่อยาฆ่าแมลง ง. แมลงมีชุดของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป	0	+1	+1	+0.66	

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE 1969

Appendix D

Process of Repairing the Instruments

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix D : Process of Repairing the Instruments

1. The interview questions

The interview questions for Science teachers are based on AI 4D Methods. The objective of the interview questions is to explore the teaching strategies of teachers that help improve critical thinking skills of students in science class.

1.1) The three experts who are well-experienced and knowledgeable with doctorate degrees in Biology assisted in verifying and giving feedback regarding the interview questions before they were implemented. They are: (1) Prof. Dr. Kwanruean Rattana Ph.D. in Biology who graduated from Konkaen University; (2) Prof. Dr. Pakaphol Mungluea Ph. D. in Environmetal Biology who graduated from Suranaree University; and (3) Prof. Dr. Suchaya Wiriyakaroon Ph. D. in Pharmacognosy who graduated from Chulalongkorn University.

2. Lesson Plan

2.1) Three experts who are well-experienced in doctorate degree in Biology assisted in verifying and giving feedback regarding the lesson plans prior to their use in this research.

The lessons plans were planned according to the syllabus and the school curriculum. These lesson plans indicated the use of inquiry-based method (5E cycle) in teaching biology and in doing various activities in class. The test items were checked by experts and screened out

3. Pre-test and Post-test

3.1) The researcher prepared a 60-item test that comprises of apply, analyze, evaluate and create which determine the level of critical thinking skills of grade 12 students. The test items were checked by experts who selected only 40 items that they considered to be with good quality.

3.2) The test items were subjected to a try-out with one class of 44 students to determine the level of difficulty which is composed of 40 items, 10 items per area. The three instruments were always verified and checked by the three experts prior to their implementation.

4. This research consists of four phases namely: 1) gathering of data; 2) Pre- IDI process; 3) IDI process; and 4) Post IDI process. In the gathering of data phase, the

researcher used the data as guide in developing teaching method for improving critical thinking skills. The researcher reviewed researches on theories, teachers' development, teaching and learning critical thinking skills, Bloom's theory to design the teaching process and the pre-test and post-test design.

4.1). When the data have been gathered, the researcher used the process of AI in the form of questions to be used in the interview of teachers that included the 4 skills of Apply, Analyze, Evaluate and Create. The researcher had the designed instruments checked and verified by experts for reliability and subjected it to a try-out with one class of 44 students to determine the level of difficulty which is composed of 40 items, 10 items per area. The three instruments were always verified and checked by the three experts prior to their implementation.

4.2). After the researcher has conducted the interview with the 13 science teachers, the researcher let the three experts to do the coding and modified the teaching-learning methods. In order to improve the critical thinking skills of students, the researcher adapted the creation of new teaching method in writing lesson plans.

4.3). Teach using the lesson plan on new teaching – learning methods in Biology subject (5Es) to improve critical thinking skills. The researcher has also used observation. The pre-post test results were compared to determine whether there was any improvement of the critical thinking skills of students before and after teaching.

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix E

Summarize the number of students who answered the questions correctly (Pre-test)

Appendix E : Summarize The number of student who answered the questions correctly (Pre-test)

Critical thinking skills	No	The number of student who answered the questions correctly (Pre-test)	Percentage of students who answered the questions correctly
Apply	1	72	83.72
	3	50	58.14
	4	7	8.14
	6	16	18.60
	7	33	38.37
	8	54	62.79
	18	35	40.70
	19	21	24.42
	34	18	20.93
	35	48	55.81
	Average	**35.40**	**41.16**
Analyze	10	21	24.42
	11	16	18.60
	20	12	13.95
	21	52	60.47
	23	41	47.67
	25	39	45.35
	26	38	44.19
	28	22	25.58
	31	29	33.72
	33	19	22.09
	Average	**28.9**	**33.60**

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Critical thinking skills	No	The number of student who answered the questions correctly (Pre-test)	Percentage of students who answered the questions correctly
Evaluation	12	22	25.58
	14	22	25.58
	22	28	32.56
	24	51	59.30
	27	36	41.86
	29	47	54.65
	30	38	44.19
	32	34	39.53
	36	24	27.91
	38	30	34.88
	Average	**33.2**	**38.60**
Create	2	38	44.19
	5	23	26.74
	9	42	48.84
	13	13	15.12
	15	22	25.58
	16	39	45.35
	17	14	16.28
	37	27	31.40
	39	25	29.07
	40	35	40.70
	Average	**27.8**	**32.33**
	Total Average Percentage	**31.33**	**36.42**

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
SINCE 1969

ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3

เลขที่	คะแนนการทดสอบ		ร้อยละ ก่อน	ร้อยละ หลัง
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	8	24	20.00	60.00
2	16	17	40.00	42.50
3	21	23	52.50	57.50
4	9	31	22.50	77.50
5	13	26	32.50	65.00
6	16	18	40.00	45.00
7	10	31	25.00	77.50
8	7	31	17.50	77.50
9	14	34	35.00	85.00
10	16	31	40.00	77.50
11	10	29	25.00	72.50
12	15	28	37.50	70.00
13	8	31	20.00	77.50
14	8	29	20.00	72.50
15	11	35	27.50	87.50
16	10	20	25.00	50.00
17	8	34	20.00	85.00
18	15	28	37.50	70.00
19	8	14	20.00	35.00
20	10	32	25.00	80.00
21	21	24	52.50	60.00
22	21	34	52.50	85.00
23	13	27	32.50	67.50
24	19	31	47.50	77.50
25	11	27	27.50	67.50

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND

เลขที่	คะแนนการทดสอบ			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละก่อน	ร้อยละหลัง
26	19	17	47.50	42.50
27	16	33	40.00	82.50
28	24	31	60.00	77.50
29	16	28	40.00	70.00
30	12	19	30.00	47.50
31	14	17	35.00	42.50
32	21	21	52.50	52.50
33	18	19	45.00	47.50
34	17	26	42.50	65.00
35	21	31	52.50	77.50
36	14	30	35.00	75.00
37	11	20	27.50	50.00
38	17	25	42.50	62.50
39	21	31	52.50	77.50
40	19	32	47.50	80.00
41	16	27	40.00	67.50
42	17	32	42.50	80.00
43	18	27	45.00	67.50
ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	14.63	26.86		
S.D.	4.60	5.64		
ร้อยละ	36.57	67.15		

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4

เลขที่	คะแนนการทดสอบ			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละก่อน	ร้อยละหลัง
1	18	16	45.00	40.00
2	18	14	45.00	35.00
3	13	26	32.50	65.00
4	17	11	42.50	27.50
5	13	23	32.50	57.50
6	17	22	42.50	55.00
7	8	25	20.00	62.50
8	12	9	30.00	22.50
9	13	26	32.50	65.00
10	10	19	25.00	47.50
11	19	18	47.50	45.00
12	19	17	47.50	42.50
13	10	11	25.00	27.50
14	7	8	17.50	20.00
15	29	26	72.50	65.00
16	23	23	57.50	57.50
17	22	26	55.00	65.00
18	9	18	22.50	45.00
19	13	16	32.50	40.00
20	8	13	20.00	32.50
21	10	23	25.00	57.50
22	19	23	47.50	57.50
23	12	26	30.00	65.00
24	14	23	35.00	57.50
25	14	19	35.00	47.50

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND

เลขที่	คะแนนการทดสอบ		ร้อยละก่อน	ร้อยละหลัง
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
26	11	23	27.50	57.50
27	10	24	25.00	60.00
28	19	29	47.50	72.50
29	6	23	15.00	57.50
30	14	13	35.00	32.50
31	11	19	27.50	47.50
32	9	24	22.50	60.00
33	19	28	47.50	70.00
34	15	17	37.50	42.50
35	12	26	30.00	65.00
36	10	23	25.00	57.50
37	13	24	32.50	60.00
38	15	19	37.50	47.50
39	17	25	42.50	62.50
40	11	23	27.50	57.50
41	10	23	25.00	57.50
42	10	21	25.00	52.50
43	13	24	32.50	60.00
ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	13.77	20.67		
S.D.	4.75	5.29		
ร้อยละ	34.42	51.69		

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
ST GABRIEL BROTHERS OF LABOR VINCIT OMNIA SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix F

Raw data of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills

Appendix F : Raw data of students who answered the questions correctly in each aspect of Critical thinking skills

Critical thinking skills	No	The number of student who answered the questions correctly (Post-test)	Percentage of students who answered the questions correctly
Apply	1	74	86.05
	3	75	87.21
	4	8	9.30
	6	44	51.16
	7	64	74.42
	8	71	82.56
	18	62	72.09
	19	60	69.77
	34	30	34.88
	35	55	63.95
	Average	**54.3**	**63.14**
Analyze	10	65	75.58
	11	43	50.00
	20	24	27.91
	21	78	90.70
	23	76	88.37
	25	52	60.47
	26	66	76.74
	28	25	29.07
	31	63	73.26
	33	8	9.30
	Average	**50**	**58.14**

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Critical thinking skills	No	The number of student who answered the questions correctly (Post-test)	Percentage of students who answered the questions correctly
Evaluation	12	48	55.81
	14	56	65.12
	22	71	82.56
	24	78	90.70
	27	62	72.09
	29	63	73.26
	30	60	69.77
	32	36	41.86
	36	33	38.37
	38	40	46.51
	Average	**54.7**	**63.60**
Create	2	59	68.60
	5	35	40.70
	9	69	80.23
	13	44	51.16
	15	64	74.42
	16	68	79.07
	17	21	24.42
	37	27	31.40
	39	17	19.77
	40	57	66.28
	Average	**46.1**	**53.60**
	Total Average Percentage	**51.28**	**59.62**

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Comparison of Pre and Post Test in 4 Skills

รูปแบบข้อสอบ	ข้อที่	จำนวนคนตอบถูก Pretest	ร้อยละคนตอบถูก	จำนวนคนตอบถูก Posttest	ร้อยละคนตอบถูก	การเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม/ลด / คงที่)
Apply	1	72	83.72	74	86.05	2
	3	50	58.14	75	87.21	25
	4	7	8.14	8	9.30	1
	6	16	18.60	44	51.16	28
	7	33	38.37	64	74.42	31
	8	54	62.79	71	82.56	17
	18	35	40.70	62	72.09	27
	19	21	24.42	60	69.77	39
	34	18	20.93	30	34.88	12
	35	48	55.81	55	63.95	7
	เฉลี่ย	35.40	41.16	54.3	63.14	18.9
Analyze	10	21	24.42	65	75.58	44
	11	16	18.60	43	50.00	27
	20	12	13.95	24	27.91	12
	21	52	60.47	78	90.70	26
	23	41	47.67	76	88.37	35
	25	39	45.35	52	60.47	13
	26	38	44.19	66	76.74	28
	28	22	25.58	25	29.07	3
	31	29	33.72	63	73.26	34
	33	19	22.09	8	9.30	-11
	เฉลี่ย	28.9	33.60	50	58.14	21.1
Evaluation	12	22	25.58	48	55.81	26
	14	22	25.58	56	65.12	34

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST. GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

รูปแบบข้อสอบ	ข้อที่	จำนวนคนตอบถูก Pretest	ร้อยละคนตอบถูก	จำนวนคนตอบถูก Posttest	ร้อยละคนตอบถูก	การเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม/ลด / คงที่)
	22	28	32.56	71	82.56	43
	24	51	59.30	78	90.70	27
	27	36	41.86	62	72.09	26
	29	47	54.65	63	73.26	16
	30	38	44.19	60	69.77	22
	32	34	39.53	36	41.86	2
	36	24	27.91	33	38.37	9
	38	30	34.88	40	46.51	10
	เฉลี่ย	33.2	38.60	54.7	63.60	21.5
Create	2	38	44.19	59	68.60	21
	5	23	26.74	35	40.70	12
	9	42	48.84	69	80.23	27
	13	13	15.12	44	51.16	31
	15	22	25.58	64	74.42	42
	16	39	45.35	68	79.07	29
	17	14	16.28	21	24.42	7
	37	27	31.40	27	31.40	0
	39	25	29.07	17	19.77	-8
	40	35	40.70	57	66.28	22
	เฉลี่ย	27.8	32.33	46.1	53.60	18.3
	เฉลี่ยทั้งหมด	31.33	36.42	51.28	59.62	19.95

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE 1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix G

Examination for pre-test and post-test

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีด ฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใดๆลงในแบบทดสอบ
4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที

---

1. ข้อใดหมายถึงลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมโดยยีน

ข. ลักษณะซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป

ค. ลักษณะสืบเนื่องกันไปโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์เป็นสื่อกลาง

ง. ถูกทุกข้อ

2. ข้อใดเป็นลักษณะพันธุกรรมแบบแปรผันต่อเนื่อง (continuous variation) ในมนุษย์

A = ลักษณะผิวเผือก กับผิวปกติ

B = ลักษณะความสูง

C = ระดับสติปัญญา

D = จำนวนชั้นของหนังตา

E = สีผิว (ด้านความเข้าใจ)

ก. A B และ C ข. B C และ E

ค. A B C และ E ง. A B C D และ E

3. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านการนำไปใช้)

ก. มีแผลเป็นเหมือนพ่อ

ข. มีนิ้วเท้ายาวเหมือนแม่

ค. มีรสนิยมการแต่งกายเหมือนพี่สาว

ง. ชอบรับประทานอาหารรสจัดเหมือนแม่

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

4.

จากภาพหมายเลข 1 คือข้อใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. เส้นใยโครมาทิน ข. โครมาทิด

ค. โครโมโซม ง. เซนโทรเมียร์

5.ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ออโทโซมทุกคู่จะมีขนาดเท่ากัน

ข. ในเซลล์ร่างกายจะมีโครโมโซม 46 แห่ง

ค. โครโมโซมแต่ละคู่จะมีจำนวนยีนต่างกัน

ง. เซลล์ไข่หรืออสุจิจะมีโครโมโซม 23 แห่ง

6. ถ้านักเรียนเจอโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์ตั้งอยู่ใกล้ปลายสุดของด้านในด้านหนึ่งมากจนทำให้แขนข้างหนึ่งสั้นมาก โครโมโซมชนิดนั้นมีชื่อเรียกว่าอะไร (ด้านการนำไปใช้)

ก. เมทาเซนทริก ข. ซับเมทาเซนทริก

ค. อะโครเซนทริก ง. เทโลเซนทริก

7. ในเซลล์ของคน ออโตโซมหรือโครโมโซมร่างกายหมายถึงโครโมโซมคู่ที่เท่าใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. คู่ที่ 1 ข. คู่ที่ 23

ค. คู่ที่ 1-22 ง. คู่ที่ 1-23

8. หน่วยที่ควบคุมและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ยีน ข. เซลล์

ค. นิวเคลียส ง. โครโมโซม

9. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เป็นการแสดงออกของยีนคือข้อใด (ด้านความเข้าใจ)

ก. จีโนไทป์ ข. ฟีโนไทป์

ค. อัลลีล ง. เซลล์สืบพันธุ์

10. เซลล์ต่อไปนี้ คือ A = อสุจิ B = ไข่ C = เซลล์เม็ดเลือดขาว D = เซลล์ผิวหนัง เซลล์ในข้อใดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ด้านความรู้ความจำ)

ก. A และ B ข. A และ C

ค. B และ C ง. C และ D

11. ข้อใดเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ด้านความเข้าใจ)

ก. แบ่งเซลล์ร่างกาย

ข. แบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ใหม่

ค. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่เท่าเดิมคือ 2 ขา

ง. ลักษณะสารพันธุกรรมและโครโมโซมในเซลล์ใหม่อาจเปลี่ยนแปลงได้

12. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเป็นอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. 1 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ

ข. 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ

ค. 2 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

ง. 4 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

13. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส แตกต่างจากไมโอซิสอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. ไมโทซิสใช้เวลานานกว่าไมโอซิส

ข. ไมโทซิสเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไมโอซิสสร้างเซลล์ร่างกาย

ค. ไมโทซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์

ง. ไมโทซิสไม่มีการไซแนปซิส ไคแอสมาและครอสซิงโอเวอร์ แต่ไมโอซิสมี

14. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสามารถพบได้ที่ใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. นิวเคลียส

ข. นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม

ค. ไซโทพลาซึม

ง. เซลล์สืบพันธุ์

15. สารใน DNA ข้อใดที่ไม่มีใน RNA (ด้านความเข้าใจ)

ก. น้ำตาลไรโบสและเบสไธมีน

ข. น้ำตาลไรโบสและเบสยูราซิล

ค. น้ำตาลดีออกซีไรโบสและเบสไธมีน

ง. น้ำตาลดีออกซีไรโบสและเบสยูราซิล

16. สมมติว่า DNA มีช่วงเบส T A G T A C ซึ่งจะเป็นแบบในการสังเคราะห์ mRNA ลำดับเบสของ mRNA ดังกล่าวคือข้อใด (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. U A G U A C

ข. A U C A T G

ค. A U C A U G

ง. G C T G C A

17. ถ้าพ่อแม่มีลักษณะลิ้นห่อได้ ให้กำเนิดทารกคนหนึ่งที่มีลิ้นห่อได้ด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. ห่อลิ้นได้เป็นลักษณะเด่น

ข. ทั้งพ่อและแม่อาจเป็น homozygous หรือ heterozygous สำหรับยีนนี้

ค. อย่างน้อยพ่อหรือแม่ต้องเป็น homozygous

ง. ลูกต้องเป็น heterozygous อย่างแน่นอน

18. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ AaBbCcDdee ถ้าสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนต่างกันกี่แบบ (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. 4 แบบ

ข. 8 แบบ

ค. 16 แบบ

ง. 24 แบบ

19. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์เป็น BSbs จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้หลายแบบ เซลล์สืบพันธุ์แบบใดที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. BS ข. Bs

ค. bs ง. Ss

20. ถ้าต้องการตรวจสอบฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตว่าเป็น Homozygous dominance หรือ terozygous จะต้องใช้ตัวทดสอบ (tester) ที่เป็นอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

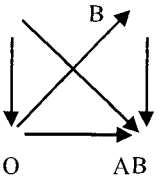
ก. Homozygous recessive

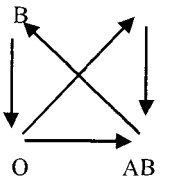
ข. Homozygous dominance

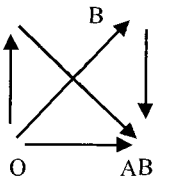
ค. Heterozygous

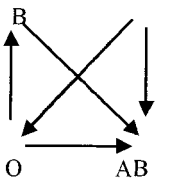
ง. ถูกทุกข้อ

21. ข้อใดเป็นแผนภาพการให้เลือดที่ถูกต้องตามหมู่เลือด (ด้านความรู้ความจำ)

1. 

2. 

3. 

4. 

ก. รูปที่ 1 ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3 ง. รูปที่ 4

22. ในการผสมต้นไม้ดอกสีแดงกับต้นไม้ดอกสีขาวปรากฏว่าได้ลูกเป็นดอกสีชมพูทั้งหมดแสดงว่าอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. การผสมนี้เป็น co-dominant

ข. การผสมนี้เป็น complete dominant

ค. การผสมนี้เป็น Incomplete dominate

ง. การผสมนี้เป็น no dominant

23. หมู่เลือดของพ่อแม่คู่ใดที่ลูกทุกคนจะมีหมู่เลือดเดียวกัน (ด้านความเข้าใจ)

ก. A x A ข. B x B

ค. AB x AB ง. O x O

24. ลูก 7 คน ของครอบครัวหนึ่งมีหมู่เลือด AB ทุกคน แสดงว่า genotype ของพ่อแม่เป็นอย่างไร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. $I^A I^A$ x $I^A I^B$ ข. $I^A I^A$ x $I^B I^B$

ค. $I^A I^B$ x $I^A I^B$ ง. $I^A I^B$ x $I^B I^B$

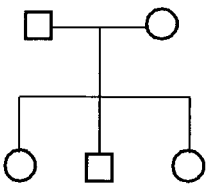
ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

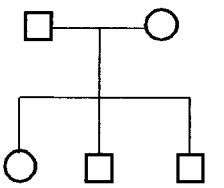
25. ถ้าแม่มีหมู่เลือด B คลอดลูกแฝดมีหมู่เลือดเป็น O และ A พ่อควรจะมีหมู่เลือดอะไร
(ด้านการนำไปใช้)

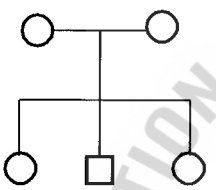
ก. O ข. B

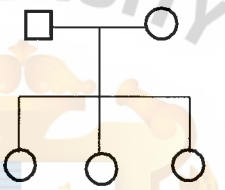
ค. A ง. A หรือ O

26. ลักษณะพงศาวลีในข้อใดไม่ถูกต้อง (ด้านความรู้ความจำ)

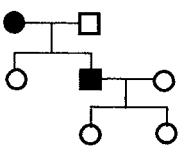
ก. 

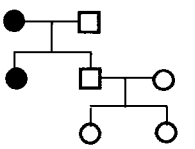
ข. 

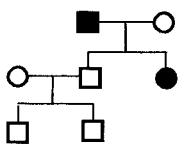
ค. 

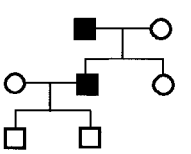
ง. 

27. ชายคนหนึ่งมีลักษณะนิ้วเกินแต่งงานกับหญิงที่มีนิ้วปกติ มีบุตรชาย 1 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติ และบุตรสาว 1 คน ที่มีลักษณะนิ้วเกิน บุตรชายแต่งงานกับหญิงที่มีจำนวนนิ้วปกติและมีบุตรชาย 2 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติ ข้อใดคือเพดดิกรีของครอบครัวนี้
(ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT

28. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์เกิดเซลล์สืบพันธุ์แบบใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. 22X + 22YY

ข. 22XX + 22Y

ค. 23 + 23Y

ง. 23X + 22Y

29. ลักษณะความผิดปกติชนิดใดที่อยู่บนโครโมโซมเพศหญิงหรือโครโมโซม X (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ตาบอดสี

ข. ขนยาวที่ใบหู

ค. นิ้วเท้ามีพังผืด

ง. นิ้วมือเกิน

30. ในประชากรกลุ่มหนึ่งมีผู้ชายเป็นโรคตาบอดสีมากกว่าผู้หญิงประมาณสิบเท่า เพราะเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)

ก. ผู้ชายมีโครโมโซม X โครโมโซมเดียว

ข. ผู้ชายมีฮอร์โมนเพศต่างจากผู้หญิง

ค. ผู้ชายมีโครโมโซม Y

ง. ประชากรมีเพศชายมากว่าเพศหญิง

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE1969
OMNIA VINCIT
BROTHERS OF ST GABRIEL

31. ข้อใดที่บ่งบอกว่าลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ (ด้านความเข้าใจ)

ก. ลักษณะตาบอดสีตรวจพบในครอบครัวที่มีลูกชายมากกว่าลูกสาวเท่านั้น

ข. ลักษณะตาบอดสีแสดงลักษณะข่มในเพศชายแต่ลักษณะด้อยในเพศหญิง

ค. ลักษณะตาบอดสีมักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง

ง. ลักษณะตาบอดสีพบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น

32. ยีนที่ควบคุมตาบอดสีเป็น recessive sex-linked ถ้าหญิงชายตาปกติมีลูกชายตาบอดสี ผู้มียีนตาบอดสีและถ่ายทอดมายังลูกชายคือใคร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. ปู่หรือย่า

ข. ตาหรือยาย

ค. พ่อหรือแม่

ง. พ่อ

33. hemophilia เป็นโรคที่ถูกควบคุมโดย recessive allele บน X-chromosome ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคนี้แต่งงานกับชายปกติผลจะเป็นอย่างไร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค

ข. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค

ค. ลูกทุกคนเป็นโรค

ง. ลูกทุกคนปกติ

34. สามีภรรยาคู่หนึ่งมีบุตรตาบอดสีทั้งชายและหญิง จะสรุปได้ว่าอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

ก. สามีตาปกติ ภรรยาตาบอดสี

ข. สามีตาบอดสี ภรรยาตาปกติ

ค. ทั้งสามีและภรรยาตาปกติ แต่ภรรยามียีนเป็นพาหะ

ง. สามีตาบอดสี ภรรยาตาบอดสี

35. ข้อใดเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ)

ก. โรคมะเร็ง ข. โรคโลหิตไหลไม่หยุด

ค. โรคเซลล์เม็ดเลือดแดง รูปเคียว ง. ข้อ ข และ ค ถูก

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

36. สารใดเป็นสารก่อมะเร็ง (ด้านความรู้ความจำ)

ก. เมลานิน ข. มิวทาเจน

ค. แอนโดรเจน ง. ฮิสโตรเจน

37. การแต่งงานระหว่างญาติพี่น้องใกล้ชิดกันมักได้ลูกที่ผิดปกติเพราะเหตุใด (ด้านการนำไปใช้)

ก. ยีนที่เป็นอันตรายมีสมบัติการแสดงออกรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มพี่น้อง

ข. ยีนมิวเทชันมีโอกาสเกิดมากขึ้นในระหว่างพี่กับน้อง

ค. ยีนด้อยที่เป็นอันตรายมีโอกาสเข้าคู่กันมากขึ้น

ง. การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของ DNA เหมือนกันระหว่างพี่น้อง

38. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นมิวเทชัน (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ตาบอดสี

ข. ลักษณะนิ้วเกิน

ค. คนผิวขาวในครอบครัวที่มีผิวดำ

ง. แบคทีเรียหลายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด

39. คำอธิบายเกี่ยวกับมิวเทชันข้อใดถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ)

A = ถ้าเกิดกับแม่แล้วจะต้องถ่ายทอดไปยังลูกเสมอ

B = ต้องทำการชักนำด้วยสารเคมีหรือรังสีต่างๆ

C = เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน ลักษณะที่แสดงออกจะผิดไปจากเดิม

D = เกิดขึ้นได้ทั้งกับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์

ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C

ค. ข้อ C และ D ง. ข้อ A และ D

40. แมลงที่ได้รับยาฆ่าแมลงแล้วไม่ตาย สามารถออกลูกหลานได้มากมาย ลูกหลานของแมลงนั้นสามารถทน ต่อยาฆ่าแมลง จงกล่าวถึงเหตุผลว่าทำไมถึงเป็นเช่นนี้ (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. ยาฆ่าแมลงทำให้โครโมโซมของแมลงเพิ่มขึ้น

ข. ยีนเกิดมิวเทชัน มีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา

ค. แมลงมีการปรับตัวทำให้สามารถต้านทานต่อยาฆ่าแมลง

ง. แมลงมีชุดของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE1969

Appendix H

Lesson plan

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of S1 GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Lesson plan ตารางที่ 11 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แผนการเรียนรู้	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	ปฐมนิเทศ	1. บอกสาระการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2. บอกวิธีการใช้เอกสารประกอบการสอนหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3. บอกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4.บอกแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE และเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องการได้ 5. บอกวิธีการวัดผลและการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1
2	ลักษณะทางพันธุกรรม	1.อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆไปในครอบครัวได้	1
3	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	1.อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซมยีนและสารพันธุกรรมได้	2
4	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของดีเอ็นเอและบทบาทสำคัญของดีเอ็นเอในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ 2. อธิบายทฤษฎีการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลได้ 3.อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดลได้	

ตารางที่ 11 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
5	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์	1. อธิบายสัญลักษณ์และการเขียนเพดดีกรีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	1
6	ความผิดปกติที่เกิดจากการแปรผันทางพันธุกรรมและโรคทางพันธุกรรม	1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนที่อยู่บนออโตโซมและโครโมโซมเพศได้ 2. ระบุปัญหาและวิธีการป้องการการเกิดโรคทางพันธุกรรมได้	2
7	การเปลี่ยนแปลงและการแปรผันทางพันธุกรรม	1. อธิบายความหมายและสาเหตุของการเกิดการกลายรวมทั้งประโยชน์และโทษของการกลายได้	1

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE1969

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

ผู้สอน มิสสายรุ้ง ประวิทย์ธนา

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตล้วนมีลักษณะที่แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่ ที่เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้ การถ่ายทอดลักษระทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังรุ่นต่อๆไปนั้น ควบคุมโดยหน่วยทางพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีน ถ้ายีนและโครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่เปลี่ยนไป เรียกว่า การกลายพันธุ์ ปัจจุบันมีการนำความรู้ทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ทางด้านปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ที่เรียกว่า พันธุวิศวกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆไปในครอบครัวได้

เนื้อหาสาระ

ลักษณะทางพันธุกรรมของคนที่สังเกตเห็นได้ ได้แก่ ลักษณะหนังตา ลักษณะแนวผมที่หน้าผาก ติ่งหู สันจมูก ลักยิ้ม การห่อลิ้น การบิดลิ้น ความยาวของนิ้วหัวแม่เท้า และความเรียวของนิ้วมือ การสำรวจลักษณะทางกายภาพของคนเราต้องศึกษาจากคนในเครือญาติที่ใกล้ชิดอย่างน้อย 3 รุ่น เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย พ่อ แม่ พี่น้อง และตัวเราเอง จึงสามารถสรุปลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษมาสู่ลูกหลานได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูตั้งประเด็นคำถาม จากนั้นสุ่มนักเรียน 2-3 คน ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1.1 ครอบครัวของนักเรียนมีทั้งหมดกี่คน

1.1.2 นักเรียนคิดว่านักเรียนมีหน้าตาเหมือนใครในครอบครับมากที่สุด

1.1.3 ถ้าให้เปรียบเทียบองค์ประกอบของหน้า เช่น ตา จมูก สีผม ฯลฯ นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบแต่ละส่วนของนักเรียนมีลักษณะเหมือนใครในครอบครัวมากที่สุด

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมจากใบความรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรมหรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าลักษณะที่พบในคนทั่วไป เช่น ความสูงต่ำ ดำขาว ผมหยิกผมตรง ฯลฯ เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้

2.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม สำรวจลักษณะทางพันธุกรรมที่สังเกตเห็นได้ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูชี้แจงรายละเอียดและแจกใบงานที่ 1 เรื่องการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมให้นักเรียนทำเป็นการบ้านโดยสำรวจเครือญาติที่บ้านและสำรวจเพื่อนในห้องเรียน และให้นำมาในคาบที่เรียนแผนการเรียนรู้ที่ 2 โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้

2.2.1 ศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ที่สังเกตได้ของนักเรียนเองกับคนในเครือญาติที่ใกล้ชิดกับนักเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางสายเลือดอย่างน้อย 3 รุ่น เช่น ปู่ย่า ตายาย พ่อแม่ พี่น้อง ว่ามีลักษณะใดที่เหมือนกันบ้าง

2.2.2 บันทึกผลโดยระบุว่าลักษณะที่เหมือนกันนั้นปรากฏในสมาชิกคนใดของครอบครัว

หมายเหตุ : คนในเครือญาติ หมายถึง คนที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด ซึ่งรวมไปถึงพี่น้องคนละพ่อหรือคนละแม่ สำหรับพ่อเลี้ยง แม่เลี้ยง หรือพ่อบุญธรรม แม่บุญธรรมไม่ใช่คนในเครือญาติ

2.3 นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมในงานที่ 1 ตอนที่ 1 หน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 ลักษณะทางพันธุกรรมลักษณะใดบ้างของนักเรียนที่เหมือนพ่อและแม่ (พิจารณาจากคำตอบนักเรียน)

3.2.2 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (ทราบได้จากการสำรวจลักษณะในแต่ละรุ่น ถ้าพบว่ามีการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน หรือแสดงออกในบางรุ่น ก็จัดว่าลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะทางพันธุกรรม)

3.2.3 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าลักษณะทางพันธุกรรมแบบใดที่แปรผันต่อเนื่องและแบบใดที่แปรผันไม่ต่อเนื่อง (ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่องเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เกิดจากอิทธิพลทางพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องเป็นลักษณะ

ทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้เด่นชัด เช่น ความกว้างของฝ่ามือ ความยาวของเท้า โดยใช้ผลจากการทำใบงานที่ 1 ตอนที่ 2 มาอธิบายประกอบ)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่าลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะปรากฏในสมาชิกครอบครัวเดียวกันหรือคนในเครือญาติมากกว่าคนอื่น ลักษณะบางลักษณะไม่แสดงออกในรุ่นลูก แต่อาจแสดงออกในรุ่นหลานหรือรุ่นต่อๆไปได้

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูถามว่า จงเสนอแนวคิดในการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์

4.2 ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมให้นักเรียนคิดว่า นักเรียนมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนใครมากที่สุดในครอบครัว

5. ขั้นประเมินผล

5.1 นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้

5.1.1 วันนี้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง

5.1.2 นักเรียนมีข้อสงสัยอะไรบ้าง

5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 ครูให้คะแนนประเมินพฤติกรรมนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อพาวเว้อพอยท์
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม
3. ใบงานที่ 1 เรื่องการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม
4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ม.4-ม.6
5. ห้องสมุด
6. อินเตอร์เน็ต

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
LABOR VINCIT OMNIA SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(มิสสายรุ้ง ประวิทย์ธนา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม	ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

พันธุกรรม (Heredity) หมายถึง การถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง หรือ จากบรรพบุรุษไปสู่ลูกหลาน เช่น ลักษณะสีผิว ลักษณะสีผม ลักษณะสีตา เป็นต้น ถ้านักเรียนสังเกตจะเห็นว่าในบางครั้งอาจมีคนทักว่ามีลักษณะสีผมเหมือนพ่อ ลักษณะสีตาคล้ายกับแม่ ซึ่งลักษณะต่างๆเหล่านี้จะถูกส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกได้หรือส่งผ่านจากคนรุ่นหนึ่งไปยังคนรุ่นต่อไป เราเรียกลักษณะดังกล่าวว่า ลักษณะทางพันธุกรรม (genetic character) ในการพิจารณาลักษณะต่างๆว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมนั้นจะต้องพิจารณาหลายๆรุ่น หรือหลายชั่วอายุเพราะลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างอาจไม่ปรากฏในรุ่นลูก แต่อาจปรากฏในรุ่นหลานได้

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

กรรมพันธุ์หรือลักษณะต่างๆในสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นต่อไปได้โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ กล่าวคือ เมื่อเกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์ไข่ของแม่และอสุจิของพ่อลักษณะต่างๆของพ่อและแม่จะถ่ายทอดไปยังลูกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรม ได้แก่ ผมหยักศกหรือผมตรง

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นไม่ได้หมายความว่าลักษณะต่างๆ ทุกอย่างจะเป็นลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะบางอย่างอาจเกิดขึ้นภายหลัง ไม่ได้เกิดขึ้นจากการถ่ายทอดลักษณะจากบรรพบุรุษ เช่น ลักษณะที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ เช่น แผลที่เกิดจากมีดบาด หรือเกิดจากการทำศัลยกรรมตกแต่งเพิ่มเติมทางการแพทย์ เป็นต้น

ความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variable)

นักวิทยาศาสตร์จำแนกสิ่งมีชีวิตหลายชนิดออกจากกัน โดยดูจากความคล้ายคลึงและแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกัน มักจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น โลมาจะต่างไปจากลิงเป็นอย่างมาก ถึงแม้สัตว์ทั้งสองชนิดนี้จะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเหมือนกัน นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างเกิดขึ้นจากความแปรผันภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันได้ แต่จะมีความแตกต่างกันน้อยกว่าที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เราทั้งหลายถูกจัดอยู่ในกลุ่มของมนุษย์เนื่องจากเรามีลักษณะหลายอย่างเหมือนกันและมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกัน แม้แต่ฝาแฝดร่วมไข่ ถึงแม้จะมีหน้าตาใกล้เคียงกันมากที่สุดก็ยังมีลักษณะแตกต่างกัน ความแตกต่างกันดังกล่าว เรียกว่า “ความแปรผันทางพันธุกรรม” (genetic variable)

ความแปรผันทางพันธุกรรมจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง

ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ลักษณะความแปรผันไม่ต่อเนื่องเกิดจากอิทธิพลทางพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว โดยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้นๆ น้อยมากหรือไม่มีเลย เช่น

- มีลักยิ้มหรือไม่มีลักยิ้ม
- ติ่งหู มีติ่งหูหรือไม่มีติ่งหู
- ห่อลิ้นได้หรือห่อลิ้นไม่ได้
- ลักษณะเชิงผมที่หน้าผาก คือ แนวผมหยักและแนวผมตรง
- หมู่เลือด ABO คือ หมู่ A B AB หรือ O

- ถนัดขวาหรือถนัดซ้าย
- การเวียนขวัญบนศีรษะไปทางขวาหรือไปทางซ้าย

2. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง

ลักษณะที่มีความแปรผันต่อเนื่อง (continuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้เด่นชัด เช่น ความสูง น้ำหนัก โครงร่าง สีผิว ซึ่งเป็นลักษณะที่ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมร่วมกัน เช่น

- ลักษณะความสูง มีตั้งแต่สูงมาก สูงปานกลาง สูงลดลงเรื่อยๆจนถึงเตี้ย
- ลักษณะสีผิวของคนมีตั้งแต่ดำสนิท ดำปานกลาง ดำน้อยลงเรื่อยๆ จนถึงผิวขาว

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม	ใบงานที่ 1 เรื่อง การสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1

คำชี้แจง

1. ศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะต่างๆที่สังเกตได้ของนักเรียนเองกับคนในเครือญาติที่ใกล้ชิดกับนักเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางสายเลือดอย่างน้อย 3 รุ่น เช่น ปู่ย่า ตายาย พ่อแม่ และพี่น้อง ว่ามีลักษณะใดเหมือนกันบ้าง

2. บันทึกผลโดยระบุว่าลักษณะที่เหมือนกันนั้นปรากฏในสมาชิกคนใดของครอบครัว

3. นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

หมายเหตุ **คนในเครือญาติ** หมายถึง **คนที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด** ซึ่งรวมไปถึงพี่น้องคนละพ่อหรือคนละแม่ (สำหรับพ่อเลี้ยง แม่เลี้ยง หรือพ่อบุญธรรม แม่บุญธรรม ไม่ใช่คนในเครือญาติ)

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ลักษณะที่ศึกษา	ลักษณะที่ปรากฏในตัวนักเรียน	ลักษณะของคนในเครือญาติ									
		พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่สาว	พี่ชาย	น้องชาย	น้องสาว
1. รูปหน้า 1) รูปไข่ 2) รูปกลม 3) รูปสี่เหลี่ยม											
2. ผม 1) เหยียดตรง 2) หยักศก 3) หยิก											
3. เชิงผมที่หน้าผาก 1) แหลม 2) ไม่แหลม											

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

ลักษณะที่ศึกษา	ลักษณะที่ปรากฏในตัวนักเรียน	ลักษณะของคนในเครือญาติ									
		พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่สาว	พี่ชาย	น้องชาย	น้องสาว
4. ขวัญบนศีรษะ 1) เวียนขวา 2) เวียนซ้าย											
5. หนังตา 1) ตาชั้นเดียว 2) ตาสองชั้น											
6. ติ่งหู 1) มีติ่งหู 2) ไม่มีติ่งหู											
7. รอยหยักริมหู 1) มีรอยหยัก 2) ไม่มีรอยหยัก											
8. ลักยิ้ม 1) มีลักยิ้ม 2) ไม่มีลักยิ้ม											
9. ลิ้น 1) ห่อลิ้นได้ 2) ห่อลิ้นไม่ได้											
10. กระดูกโคนนิ้วหัวแม่มือ 1) กระดกไปมาได้ 2) กระดกไปมาไม่ได้											
11. นิ้วชี้เท้า 1) ยาวกว่าหัวแม่เท้า 2) ยาวเท่าหัวแม่เท้า 3) สั้นกว่าหัวแม่เท้า											

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969

คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

2. นักเรียนมีลักษณะทางพันธุกรรมใดเหมือนพ่อและแม่บ้าง

3. ลักษณะทางพันธุกรรมใดที่ปรากฏมากที่สุดและลักษณะใดปรากฏน้อยที่สุด

4. ผลสรุปของการปฏิบัติกิจกรรมคืออะไร

****

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1.การตอบคำถามในชั้นเรียน	2.มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1.การตอบคำถามในชั้นเรียน	2.มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT
OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1.การตอบคำถามในขั้นเรียน	2.มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน / ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT
OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ด้านความรู้

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	ตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน	ตอบคำถามได้บ้าง	ไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
2. บันทึกการเรียนรู้	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์ถูกต้องครบถ้วน ละเอียด	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์ถูกต้อง	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์

2. ด้านทักษะ

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต	มีการสังเกตที่ดี	มีการสังเกตบ้าง	ไม่มีการสังเกต
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้ดี	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้บ้าง	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่ได้
3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ดี	ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้บ้าง	ตีความหมายข้อมูบและลงข้อสรุปไม่ได้
4. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ดี	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลได้บ้าง	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลไม่ได้

3. ด้านคุณธรรม

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบ	มีความรับผิดชอบดีมาก	มีความรับผิดชอบดี	มีความรับผิดชอบแต่ต้องมีการควบคุมดูแล
2. การตรงต่อเวลา	เข้าเรียนตรงเวลา	เข้าเรียนช้า 10-15 นาที	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
OMNIA SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2.มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน / ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในขั้นเรียน	2.มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7.ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
OMNIA SINCE1969

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน / ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การสื่อความหมายข้อมูลและข้อสรุป	6. การจัดทำและนำเสนอผลงาน	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลขที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้านคุณธรรม	คะแนนรวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงต่อเวลา	
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน / ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
DIS
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix I
SPSS data

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix I : SPSS data

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

```
T-TEST PAIRS=preposttest WITH correctly (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9900)
  /MISSING=ANALYSIS.
[DataSet0]
```

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	preposttest	1.500	80	.5032	.0563
	correctly	48.023	80	23.0190	2.5736

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	preposttest & correctly	80	.507	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	preposttest - correctly	-46.5233	22.7680	2.5455	-53.2422	-39.8043	-18.276	79	.000

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% รวมทั้ง 4 แบบ

```
T-TEST PAIRS=preposttest WITH correctly (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	preposttest	1.500	80	.5032	.0563
	correctly	48.023	80	23.0190	2.5736

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	preposttest & correctly	80	.507	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	preposttest - correctly	-46.5233	22.7680	2.5455	-51.5900	-41.4565	-18.276	79	.000

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แบบ apply

```
T-TEST PAIRS=pretest WITH posttest (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	41.162	10	23.7555	7.5121
	posttest	63.139	10	24.8869	7.8699

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	10	.806	.005

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-21.9770	15.1854	4.8021	-32.8400	-11.1140	-4.577	9	.001

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

แบบ analyse

```
T-TEST PAIRS=pretest WITH posttest (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	33.604	10	15.1378	4.7870
	posttest	58.140	10	28.0252	8.8623

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	10	.754	.012

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-24.5360	19.3668	6.1243	-38.3902	-10.6818	-4.006	9	.003

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แบบ Evaluation

```
T-TEST PAIRS=pretest WITH posttest (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	38.604	10	11.7022	3.7006
	posttest	63.605	10	17.5170	5.5394

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	10	.574	.083

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-25.0010	14.4428	4.5672	-35.3327	-14.6693	-5.474	9	.000

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST. GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969

เปรียบเทียบ ร้อยละคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ระหว่าง pretest และ posttest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% รวมทั้ง 4 แบบ Create

```
T-TEST PAIRS=pretest WITH posttest (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9500)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	32.327	10	11.9949	3.7931
	posttest	53.605	10	23.1859	7.3320

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	10	.650	.042

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-21.2780	17.8789	5.6538	-34.0678	-8.4882	-3.763	9	.004

เปรียบเทียบร้อยละคนที่ตอบถูกระหว่างชุดข้อสอบ pretest วิธี one way anova LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

```
ONEWAY pretest BY grouptest
  /POLYNOMIAL=1
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
```

Oneway

[DataSet0]

Descriptives

pretest

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.0	10	41.162	23.7555	7.5121	24.168	58.156	8.1	83.7
2.0	10	33.604	15.1378	4.7870	22.775	44.433	14.0	60.5
3.0	10	38.604	11.7022	3.7006	30.233	46.975	25.6	59.3
4.0	10	32.327	11.9949	3.7931	23.746	40.908	15.1	48.8
Total	40	36.424	16.1627	2.5555	31.255	41.593	8.1	83.7

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
SINCE1969

ANOVA

pretest

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		519.389	3	173.130	.645	.591
	Linear Term	Contrast	231.233	1	231.233	.861	.360
		Deviation	288.156	2	144.078	.536	.589
Within Groups			9668.662	36	268.574		
Total			10188.051	39			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

pretest

LSD

(I) grouptest	(J) grouptest	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.0	2.0	7.5580	7.3290	.309	-7.306	22.422
	3.0	2.5580	7.3290	.729	-12.306	17.422
	4.0	8.8350	7.3290	.236	-6.029	23.699
2.0	1.0	-7.5580	7.3290	.309	-22.422	7.306
	3.0	-5.0000	7.3290	.499	-19.864	9.864
	4.0	1.2770	7.3290	.863	-13.587	16.141
3.0	1.0	-2.5580	7.3290	.729	-17.422	12.306
	2.0	5.0000	7.3290	.499	-9.864	19.864
	4.0	6.2770	7.3290	.397	-8.587	21.141
4.0	1.0	-8.8350	7.3290	.236	-23.699	6.029
	2.0	-1.2770	7.3290	.863	-16.141	13.587
	3.0	-6.2770	7.3290	.397	-21.141	8.587

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST. GABRIEL LABOR VINCIT SINCE 1969

เปรียบเทียบร้อยละคนที่ตอบถูกระหว่างชุดข้อสอบ posttest วิธี one way anova LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

```
ONEWAY posttest BY grouptest
  /POLYNOMIAL=1
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=LSD ALPHA(0.05).
```

Oneway

[DataSet0]

Descriptives

posttest

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.0	10	63.139	24.8869	7.8699	45.336	80.942	9.3	87.2
2.0	10	58.140	28.0252	8.8623	38.092	78.188	9.3	90.7
3.0	10	63.605	17.5170	5.5394	51.074	76.136	38.4	90.7
4.0	10	53.605	23.1859	7.3320	37.019	70.191	19.8	80.2
Total	40	59.622	23.1545	3.6610	52.217	67.027	9.3	90.7

ANOVA

posttest

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		666.342	3	222.114	.395	.757
	Linear Term	Contrast	267.660	1	267.660	.476	.495
		Deviation	398.682	2	199.341	.355	.704
Within Groups			20242.780	36	562.299		
Total			20909.121	39			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

posttest

LSD

(I) grouptest	(J) grouptest	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.0	2.0	4.9990	10.6047	.640	-16.508	26.506
	3.0	-.4660	10.6047	.965	-21.973	21.041
	4.0	9.5340	10.6047	.375	-11.973	31.041
2.0	1.0	-4.9990	10.6047	.640	-26.506	16.508
	3.0	-5.4650	10.6047	.609	-26.972	16.042
	4.0	4.5350	10.6047	.671	-16.972	26.042
3.0	1.0	.4660	10.6047	.965	-21.041	21.973
	2.0	5.4650	10.6047	.609	-16.042	26.972
	4.0	10.0000	10.6047	.352	-11.507	31.507
4.0	1.0	-9.5340	10.6047	.375	-31.041	11.973
	2.0	-4.5350	10.6047	.671	-26.042	16.972
	3.0	-10.0000	10.6047	.352	-31.507	11.507

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS OF ST GABRIEL
LABOR VINCIT OMNIA
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix J

Class activities by using 5Es process

ASSUMPTION UNIVERSITY OF THAILAND
BROTHERS of ST GABRIEL
LABOR OMNIA VINCIT
SINCE1969
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Appendix J: Class activities by using 5Es process

Picture 1 Pre - test

Picture 2 Pre - test

Picture 3 Brainstorming

Picture 4 Discussion

Picture 5 Presentation

Picture 6 Presentation

Picture 7 Presentation

Picture 8 Discussion

Picture 9 Conclusion

Picture 10 Discussion

Picture 11 Brainstorming

Picture 12 Post-test