

กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียน
คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญาณีพนธ์
ของ
โกวิทย์ เวชศาสตร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียน
คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ
ของ
โกวิทย์ เวชศาสตร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2547

โกวิทย์ เวชศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียน*

คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).

กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :

รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรศักดิ์ พลโกศ, อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ปัดไธสง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์หรือการกลายเป็นอย่างนักฟิสิกส์ของนักเรียน วิธีการศึกษาใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ จัดเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ระดับลึกและการสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ลุ่มลึกในเรื่องวิถีชีวิตและการเรียนตั้งแต่วัยเด็กจนถึงปัจจุบัน จากนักเรียนผู้อยู่ในปรากฏการณ์ของความเป็นนักฟิสิกส์ จำนวน 18 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ค่าย สอวน.ฟิสิกส์ ค่ายที่สองของโครงการในมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ประจำปี พ.ศ. 2546 และโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) จากการศึกษาทำให้เข้าใจได้ว่า กระบวนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาความเป็นตัวตนของนักเรียนมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก เป็นกระบวนการหล่อหลอมโดยมีครอบครัว โรงเรียน และเพื่อนเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ก่อให้เกิด “การสร้างสรรคตนเอง” ให้เป็นนักเรียนผู้มีความสามารถของนักเรียนเรียนดี “การฝึกฝนตนเอง” ให้เป็นนักเรียนผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และเกิด “การบ่มสร้าง” ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนานักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ขั้นตอนต่อมา เป็นกระบวนการกลายเป็นอย่างนักฟิสิกส์ มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่องตามกระบวนการตัดสินใจ เป็นการพัฒนาตนจากนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ไปสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ โดยมีความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ เป็นเงื่อนไขเกื้อหนุนปัจจัยดังกล่าว ทั้งยังพบว่าระดับของความเชื่อ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และคุณลักษณะหรือบุคลิกภาพของผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์เป็นเงื่อนไขสำคัญที่คงให้บุคคลดำรงตนอยู่ในโลกของความเป็นนักฟิสิกส์

THE PROCESS OF BECOMING PHYSICISTS : A CASE STUDY OF THE UPPER
SECONDARY STUDENTS IN MATHEMATICS AND SCIENCE PROGRAM

AN ABSTRACT

BY

GOVIT WEJCHASART

Presented in partial fulfillment of the requirements
For the Master of Education degree in Science Education
At Srinakharinwirot University
May 2004

Govit Wejchasart. (2004). *The Process of Becoming Physicists : A Case Study of the Upper Secondary Students In Mathematics And Science Program*. Master thesis, M.Ed (Science Education). Bangkok : Graduate School Srinakharinwirot University. Advisor Committee. Assoc. Prof. Dr. Nason Phonphok, Dr. Manat Boonprakob, Asst. Prof. Dr. Surawooth Padthaisong

The aim of this study is making an understanding of a forming process of being physicists of students or a turning into physicists of students. Methods of the study base on qualitative research approach. Data were collected by deep interviews and observations in such a way that insight information concerning with ways of life and learning styles from early years of life until present were achieved. The data were extracted from 18 students which some participated the second physics olympiad camp organized by the project of selecting persons for international mathematical and science olympiad competition of the year 2003. Some others were participants of second physics camp carried out by the promotion of academic olympiad and development of science education foundation under the patronage of H.R.H princess Galyani vadhana krom luang naradhiwas rajanagarindra (POSN) of the year 2003. The rest of the students are members of The development and promotion of science and technology talent project (DPST). The studying reveals that there are two steps of development in which result in changing of students. The first one is the process of fusing. Family, school and friends are key conditions for students' self - creation such that the proper character is achieved. This state also includes self - practicing of mathematical skill as well as an incubation of believing, attitude, favorite and idealism. These are main mechanisms for developing and turning a student into a physicist. The second step is the process of becoming a physicist in which a continuous sequences similar to deciding process. Students with strong background in physics and mathematics develop themselves to physicists and believing, attitude, favorite and idealism are key supported factors for the mentioned developments. Moreover it was also discovered that thinking system for finding out of the truth and the character or personality of a person who own a being of a physicist are crucial conditions for existent of him or her in the world of being a physicist.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียน
คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

นายโกวิท เวชศาสตร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ณัฏภรณ์ หะวานนท์)

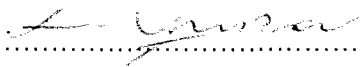
วันที่ ๑๘ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



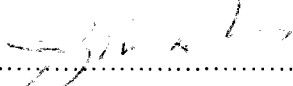
ประธาน

(รองศาสตราจารย์ณัฏสรศักดิ์ ผลโลก)



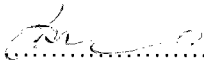
กรรมการ

(อาจารย์มนัส บุญประกอบ)



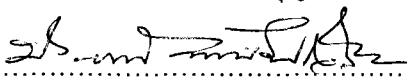
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุฒิ ปัดไธสง)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ได้รับทุนการศึกษา เพื่อการค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2546

จากมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว และสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี

ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น

และ

ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ประจำปี 2546 จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ให้ผ่านบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเป็นผู้จัดสรร

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

โกวิท เวชศาสตร์

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความรักเมตตาและความกรุณาของท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค ท่านอาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ปัดไธสง ผู้ทำหน้าที่ทั้งอาจารย์ และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ด้วยความรักเมตตาจากท่านที่คอยให้คำชี้แนะ แนะนำ สั่งสอน เป็นกำลังใจ คอยรับฟังปัญหาต่าง ๆ ที่รบกวนการสรรค์สร้างผลงาน ทำให้ผู้วิจัยทำงานได้สำเร็จลุล่วง งานวิจัยครั้งนี้จะไม่สำเร็จลงได้โดยหากขาดซึ่งความเมตตา กรุณาจากท่านอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ทั้งสามท่าน

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ ท่านอาจารย์ ดร.สมปราวรณา วงศ์บุญหนัก เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์เพิ่มเติมให้กับผู้วิจัย พร้อมทั้งได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะ เพื่อปรับให้งานของผู้วิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ คือ งานวิจัยจะไม่สำเร็จได้โดยหากขาดซึ่งข้อมูลที่หลากหลายจากนักเรียนทุกคนที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาให้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

บุคคลที่ผู้วิจัยจะลืมไม่ได้เลย ซึ่งต้องขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ คือ อาจารย์สถาพร ทัพพะกุล ณ อุรุทธา อาจารย์ประกาศกร เหล่าพานิชย์ รวมทั้งบุคลากรของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย และโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่กรุณาช่วยเหลือเปิดทางให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าถึงตัวนักเรียนผู้อยู่ในปรากฏการณ์ของความเป็นนักฟิสิกส์ ทุกคน

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ย่อน เวชศาสตร์ รวมทั้งกำลังใจจากพี่ น้อง และผู้ใกล้ชิดทุกคน ที่ช่วยบันดาลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

และผู้วิจัยขออุทิศคุณความดีของผลงานวิจัยที่อาจมีต่อผู้พบเห็น แค่คุณพ่อเอนก เวชศาสตร์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ อดีตหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ล่วงลับไปแล้วในฐานะประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ได้กรุณาอนุมัติเค้าโครงปริญญานิพนธ์ฯ เปิดโอกาสแก่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

โกวิทย์ เวชศาสตร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหา.....	1
ปัญหาการวิจัย.....	10
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	10
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
ข้อคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา.....	12
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	12
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์.....	14
แนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	15
ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ.....	16
เจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	17
คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์.....	20
ผลิตผลทางวิทยาศาสตร์.....	20
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	22
วิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	22
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	23
นิยามความหมายของ “ความเป็นนักฟิสิกส์”.....	30
ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์.....	30
มองภาพชีวิตประวัตินักฟิสิกส์โลก “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ...ภาพสะท้อน ตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์.....	31
พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์.....	42
แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน.....	44
แนวคิดทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง.....	52
การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรม ด้านจิตพิสัย.....	52
การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	53
กระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน.....	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน.....	55
ขั้นตอนที่ 1 การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง.....	57
ครอบครัว.....	58
สถาบันการศึกษา.....	60
เงื่อนไขที่เกี่ยวกับตัวครู.....	60
บุคลิกภาพของครู.....	60
ความสามารถในการสอนของครู.....	62
เงื่อนไขที่เกี่ยวกับบรรยากาศภายในโรงเรียน.....	64
เงื่อนไขด้านกฎระเบียบของโรงเรียน.....	65
เงื่อนไขด้านหลักสูตร.....	65
เงื่อนไขด้านการวัดผลประเมินผล.....	65
กลุ่มเพื่อน.....	65
สื่อมวลชน.....	66
สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ.....	66
ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดวิธีการหรือกลวิธี.....	66
ขั้นตอนที่ 3 การต่อรองกับตนเองและสังคม.....	67
ขั้นตอนที่ 4 การลงมือปฏิบัติ.....	67
กรอบความคิดพื้นฐานในการวิจัย.....	68
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
สนามในการศึกษา.....	71
การเลือกสนามในการศึกษา.....	72
การเข้าสู่สนามในการศึกษา.....	76
การเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก.....	78
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
วิธีการรวบรวมข้อมูล.....	79
ความเที่ยงตรงของข้อมูล.....	80
จรรยาบรรณในการรวบรวมข้อมูล.....	81
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4	85
4	85
4	86
4	86
4	87
4	87
4	88
4	89
4	91
4	92
4	93
4	95
4	97
4	97
4	98
4	99
4	100
4	100
4	101
4	101
4	102
4	103
4	104
4	105
4	106
4	107
4	107
4	108
4	108
4	109
4	109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	ก้าวเข้าสู่โลกของนักฟิสิกส์..... 111
แนวคิดทางคณิตศาสตร์...คือวิถีชีวิต..... 111	
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสบาย-ง่าย...เกิดความรู้ลึกซึ้งขึ้น..... 112	
คณิตศาสตร์รู้คำตอบแน่นอน เป็นเหตุเป็นผล เป็นความจริงแท้..... 112	
โลกแห่งความเป็นเหตุเป็นผล...คือโลกแห่งความจริงแท้..... 113	
บทหลักแห่งความเป็นเหตุเป็นผลและวิถีชีวิตในสังคม	
...สร้างความเป็นนักคิดที่ซับซ้อน..... 113	
ความเป็นเหตุเป็นผล สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นตัวตนแห่งตนเอง..... 115	
โลกของฟิสิกส์...คือโลกของธรรมชาติที่เป็นจริง..... 116	
ฟิสิกส์...จากจินตนาการสู่รูปธรรม...สภาพชีวิตที่เป็นจริง..... 117	
ก้าวเข้าสู่ฟิสิกส์...คือการก้าวเข้าสู่อาชีพ..... 117	
มองฟิสิกส์...คือการมองไปสู่อนาคต..... 119	
เรียนฟิสิกส์...ต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี..... 119	
คิดจะเก่งฟิสิกส์ ต้องเก่งกระบวนการคิดเชิงเหตุผล..... 120	
ฟิสิกส์เหมือนคณิตศาสตร์...เป็นการใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจ..... 121	
สรุปกระบวนการพัฒนาคนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์..... 121	
6	โลกของความเป็นนักฟิสิกส์..... 122
ความเชื่อ..... 122	
ยอมรับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีเหตุผลใหม่มาสนับสนุน..... 122	
การแก้ปัญหา โจทย์ และการทำปฏิบัติการ	
...เป็นการขยายขอบเขตของการศึกษาทางทฤษฎี..... 122	
ฟิสิกส์...คือการรู้จักปรากฏการณ์ธรรมชาติ	
โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจ..... 123	
ระบบความคิด..... 124	
ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ..... 124	
สร้างความเข้าใจด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบท..... 125	
คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพ..... 126	
เป็นผู้มีความเพียรพยายาม...มุ่งมั่น ไปสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จ..... 126	
เป็นผู้พร้อมรับการพิสูจน์ตรวจสอบข้อความจริงของผลการศึกษารองของตนเอง..... 127	
เป็นผู้ยอมเชื่อด้วยความสงสัย...นำไปสู่การแสวงหาข้อเท็จจริงด้วยการพิสูจน์	
...ด้วยเหตุด้วยผล..... 128	

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
6(ต่อ)	
ผลของกระบวนการพัฒนาตนตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์.....	128
7 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	129
สรุป และอภิปรายผลการวิจัย.....	129
ข้อเสนอเชิงทฤษฎี.....	135
ข้อเสนอแนะ.....	136
บรรณานุกรม.....	139
ภาคผนวก.....	146
แนวคำถามสัมภาษณ์การวิจัย.....	147
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	152

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

I แสดงรายละเอียดผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key informant)

กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักพิทักษ์..... 83

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์.....	44
2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์.....	56
3 การจำแนกลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูก.....	59
4 กระบวนการพัฒนาตนของนักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์.....	131

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมเป็นอย่างยิ่ง ชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันผูกพันอยู่กับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ไม่เฉพาะทำให้เรารู้จักธรรมชาติมากขึ้น ส่งผลให้เราหลุดพ้นจากความลึกลับหวาดกลัวต่อธรรมชาติ นอกจากนี้ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ยังทำให้ชีวิตของมนุษย์อยู่รอดปลอดภัยมากขึ้น รอดพ้นจากโรคภัยไข้เจ็บ ชีวิตได้รับความสะดวกสบาย การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคม ประเพณี วัฒนธรรม ระบบความคิด และการได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจ โดยสามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ทำให้ระบบเศรษฐกิจดีขึ้น จากสภาพการณ์ที่ปรากฏให้เห็นในสังคมโลก ทำให้เราอาจกล่าวได้ว่า “ทุก ๆ ครั้งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ วิธีชีวิตของมนุษย์ย่อมเปลี่ยนแปลงตาม”

บทบาทความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อวิถีชีวิตของมนุษย์ดังกล่าว ประเทศต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนากิจการด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่จะเป็นกำลังสำคัญในการสร้างสรรค์ผลงาน ดังนั้นการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา หรือการให้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการพัฒนาสังคมและวิถีชีวิตที่ยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางปรัชญาของขงจื้อที่กล่าวไว้ว่า “ถ้าคิดจะวางแผนสำหรับ 1 ปี จงปลูกไม้ส้มลูก ถ้าคิดจะวางแผนสำหรับ 10 ปี จงปลูกไม้ยืนต้น ถ้าคิดจะวางแผนสำหรับ 100 ปี จงให้การศึกษาแก่คน” (รุ่ง แก้วแดง, 2541 : 48) ดังเช่นสหรัฐอเมริกาได้ดำเนินการปฏิรูปกิจการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษามาแล้ว 2 ครั้ง อันเนื่องมาจากสาเหตุของการเกิดความรู้สึกลัวว่า ความเป็นหนึ่งในโลกทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของตนกำลังถูกคุกคาม โดยครั้งแรก เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษ 1960 – 1970 เรียกว่า ยุคสปุตนิก สาเหตุเนื่องมาจากประชาชนได้เรียกร้องให้มีการปฏิรูปทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพราะเห็นว่าการเป็นผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนกำลังถูกคุกคาม เนื่องจากรัสเซียสามารถส่งยานสปุตนิก ขึ้นสู่อวกาศได้ในปี 1957 และครั้งที่สองเรียกว่ายุค TIMSS (The Third International Mathematics and Science Study) เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษ 1980 ถึงปัจจุบัน เนื่องจากความไม่พอใจที่นักเรียนของสหรัฐอเมริกาสอบได้เป็นลำดับท้าย ๆ ในการแข่งขันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ ถึงกับทำให้สหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป้าหมายการศึกษาของชาติ (Goals 2000) ไว้ในพระราชบัญญัติเป้าหมาย 2000 : การศึกษาของอเมริกา (Goals 2000: Education America Act, 1994) ที่สำคัญในข้อที่ 4 ระบุว่า “นักเรียนอเมริกันต้องสอบวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้เป็นที่ 1 ของโลก” (พงษ์จันทร์ จันทยศ, 2543 : 1 – 9)

สำหรับปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย จะเห็นได้จากรายงานการประเมินความเข้มแข็ง หรือความสามารถในการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ 50 ประเทศ ซึ่งจัดทำโดย IMD (International Institute for Management Development) เมื่อปี พ.ศ. 2538 พบว่าประเทศไทยถูกจัดไว้ในอันดับที่ 48 และเมื่อแยกพิจารณาเป็นสาขาวิชาพบว่า สาขาฟิสิกส์ และสาขาคณิตศาสตร์ถูกจัดไว้ในอันดับสุดท้ายคืออันดับที่ 50 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541 : 92) จากผลการประเมิน ได้สะท้อนให้เห็นความอ่อนด้อยของระดับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของคนในชาติ โดยเฉพาะสาขาฟิสิกส์และ

คณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะโดยนัยแห่งความหมาย “ความสามารถในการแข่งขัน” (Competitiveness) เป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของประเทศในอันที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม เพื่อยกระดับความมั่งคั่งของชาติ โดยอาศัยกระบวนการจัดการกับทรัพยากรที่มี ใช้ศักยภาพในการก้าวรุกและดึงดูดปัจจัยภายนอกด้วยความเข้มแข็ง ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับสากล แล้วบูรณาการความสามารถเหล่านี้เข้าไปในรูปแบบทางเศรษฐกิจและสังคม (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 39 - 40) คำตอบจึงชี้ชัดถึงศักยภาพของคนในชาติ ที่เป็นผลผลิตจากการศึกษานั้นเอง ในโลกแห่งการแข่งขันอย่างเสรีในปัจจุบัน สิปปนนท์ เกตุทัต ได้แสดงทัศนะที่เป็นทางรอดของประเทศไทย คือ การสร้างผู้นำและกุมกำลังทางวิชาการด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปริมาณเพียงพอ ที่จะทำการค้นคว้าวิจัยองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อพัฒนาลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ ทำให้ประเทศสามารถพัฒนาอย่างยั่งยืน อยู่ในสังคมโลกอย่างมีศักดิ์ศรีและทัดเทียมกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 43) แต่จากการสำรวจกำลังคนที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรและช่างเทคนิค เมื่อปี พ.ศ. 2539 พบว่าเรามีทรัพยากรบุคคลทางด้านนี้อยู่เพียง 24 คน ต่อสัดส่วนประชากรหนึ่งหมื่นคน ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนอัตราากำลังที่น้อยกว่าที่ควรประมาณสิบเท่า สำหรับสถานภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่เป็นอยู่เช่นปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะทำให้เราขาดแคลนกำลังคนที่จะปฏิบัติงานวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้และนวัตกรรมใหม่ ๆ ทั้งในทางปริมาณและคุณภาพ เพื่อการพึ่งตนเอง รวมทั้งเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 42 - 43 ; ฆงยุทธ ยุทธวงศ์. 2543 : 43 - 47) และจากผลของการพัฒนากิจการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยที่เกิดขึ้นในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา ฆงยุทธ ยุทธวงศ์ (2543 : 53) ได้ให้ข้อสังเกตถึงสาเหตุของความอ่อนด้อยทางด้านกิจการวิทยาศาสตร์ศึกษาดังกล่าวไว้ดังนี้ คือ “เป็นเรื่องของการรับเอาวิชาการและผลผลิตเข้ามาใช้เพื่อกิจการต่าง ๆ ทั้งในทางการแพทย์ การเกษตร วิศวกรรม การค้า และการบริการ...เป็นการพึ่งพาต่างประเทศ...ไม่สามารถสร้างสังคมที่ยั่งยืนได้...มีความจำเป็นที่จะสร้างวิชาการใหม่ ๆ ขึ้นมาเอง...” ข้อสังเกตดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ วิรุพห์ สายคณิต และสุวรรณ ถังมณี (2543 : 88 - 89) ที่แสดงทัศนะต่อกระบวนการพัฒนาสาขาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นสาขาวิชาที่ต้องยอมรับว่า อ่อนแอที่สุดของกิจการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสรุปได้เป็นสองประการคือ ประการแรก กระบวนการพัฒนาทรัพยากรบุคคลทางสาขาฟิสิกส์ไม่เป็นไปตามปรัชญาวิทยาศาสตร์ คือสร้างศักยภาพในการเสาะแสวงหาความรู้ในการสร้างองค์ความรู้ เพื่อนำเอาความรู้พื้นฐานไปประยุกต์ใช้ในการผลิต ประการที่สอง การจัดการศึกษาทางสาขาฟิสิกส์ไม่สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน หรือนักศึกษาให้สนใจศึกษาในสาขาฟิสิกส์พื้นฐานได้

หากเรามองย้อนกลับไปพิจารณาภาพแห่งความสำเร็จของกิจการด้านวิทยาศาสตร์แล้วจะพบว่า ความสำเร็จเหล่านี้เป็นผลมาจากการค้นพบบุกเบิกทั้งทางความคิด และจินตนาการทางสาขาฟิสิกส์เป็นพื้นฐาน การเปลี่ยนแปลงในวงการวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 18 ในสมัยปฏิวัติอุตสาหกรรม ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดจากการค้นพบด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ โดยเฉพาะสาขาฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 16 - 18 นับตั้งแต่ กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei. 1564 - 1642) หาญกล้าเผยแพร่แนวคิดเชิงประจักษ์ และข้อค้นพบที่เป็นรูปธรรมเกี่ยวกับระบบสุริยะค้ำความเชื่อในระบบความคิดเดิม เป็นการเริ่มศักราชความเชื่อความคิดทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติสาขาฟิสิกส์ ด้วยการพิสูจน์ให้เห็นจริง เซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton. 1642 - 1727) ผู้เสนอทฤษฎีแรงโน้มถ่วง และแสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีกำลังโดย โทมัส นิวคومان (Thomas Newcoman. 1553 - 1629) สามารถประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ และพัฒนาขึ้นใช้งานโดย เจมส์ วัตต์ (James Watt. 1736 - 1819) ต่อมาเมื่อ ไมเคิล ฟาราเดย์

(Michael Faraday. 1791 - 1867) บุกเบิกงานด้านกำลังไฟฟ้า ด้วยการค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีให้กำลัง และตามด้วยผลงานความสำเร็จของ รูดอล์ฟ ดีเซล (Rudolph Diesel. 1858 - 1913) ในการพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซล ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านการผลิต อุตสาหกรรมเจริญรุดหน้า และแม้แต่ในปัจจุบันผลการค้นคว้าที่สำคัญทางด้านสาขาฟิสิกส์ ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์มากมาย ทั้งในด้านพลังงานนิวเคลียร์ เทคโนโลยีทางการสื่อสาร - การคมนาคม เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และ คอมพิวเตอร์ จึงอาจกล่าวได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ทุกแขนง

วิชาฟิสิกส์เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Sciences) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Sciences) หรือวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Sciences) เป็นที่ทราบดีแล้วว่าวิทยาศาสตร์นั้น หมายถึงวิชาที่ศึกษาถึงเรื่องราวความเป็นไปของธรรมชาติ จัดแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Sciences) และคงความเป็นวิทยาศาสตร์ด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการคือ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ และผลิตผลของความรู้ที่ได้จากการเสาะแสวงหา (ภพ เลาหาไพบูลย์. 2540 : 31) และในส่วนของความหมายขอบข่ายของฟิสิกส์เองนั้น บุรินทร์ กำจัดภัย (2540 : 109 - 110) ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า “วิชาฟิสิกส์เดิมเรียกว่า วิชาปรัชญาธรรมชาติ (Natural Philosophy) โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดแบบตรรกศาสตร์ (Logic) ในการพัฒนาองค์ความรู้ ต่อมาได้นำแนวคิดตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า “จะต้องพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และต้องทำซ้ำใหม่ได้” เข้ามาใช้เป็นหลักแห่งศาสตร์ และได้เปลี่ยนจากวิชาปรัชญาธรรมชาติมาเป็นวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาวิชาประกอบด้วยสาขาต่าง ๆ ดังนี้ คือ กลศาสตร์ ไฟฟ้า แสง เสียง เทอร์โมไดนามิก กลิ่น อะตอมมิกฟิสิกส์ และนิวเคลียร์ฟิสิกส์”

สำหรับกิจการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในสาขาวิชาฟิสิกส์ ตามแนวการศึกษาในระบบโรงเรียนของประเทศไทยนั้น เริ่มมีการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เป็นเอกเทศในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักเรียนที่เลือกเรียนในแผนการเรียน คณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบันนั้น (หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย. พ.ศ. 2524 ฉบับปรับปรุง 2533) ได้รับการจัดทำและปรับปรุงขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ลักษณะของหลักสูตรที่จัดทำขึ้นมานั้น ได้ผสมผสานแนวคิดที่เป็นลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ เน้นการทดลอง (Experimental Sciences) และใช้กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Approach) เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามจุดประสงค์เฉพาะกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สสวท. 2541 : 3) 1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของฟิสิกส์ 2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี 3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด 4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิด และเชิงการปฏิบัติ 6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ 7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิด และปฏิบัติอย่างมีเหตุผล 8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดี และผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ 9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

เมื่อเราวิเคราะห์เป้าหมายของการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในสาขาฟิสิกส์ ทั้งจากจุดประสงค์ และแนวคิดกิจกรรมในหลักสูตรจะพบว่า มีความพยายามจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรบุคคลในลักษณะของการหล่อหลอมพฤติกรรมผู้เรียนให้เข้าสู่ “ความเป็นนักฟิสิกส์” ตามแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่จากรายงานผลการสัมมนาวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 ที่นำเสนอต่อที่ประชุม คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ระหว่างวันที่ 7 - 8 สิงหาคม 2541 พบว่า ผลการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้อยู่ นั้น ประสบกับปัญหาหลายประการ อาทิเช่น ประการแรกจำนวนนักเรียนต่อชั้นเรียนมีจำนวนมากเกินไป ส่งผลให้กิจกรรมการทดลองทำได้ด้วยความลำบากยิ่ง ประการที่สอง ครูผู้สอนไม่ตรงวุฒิและ/หรือ ไม่มีความพร้อมในวิชาที่สอน ประการสุดท้าย มีปัญหาด้านแนวนโยบาย ปรัชญาการสอน และค่านิยมของสังคมที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนไม่เกิดพฤติกรรมด้านกระบวนการคิดอย่างวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดผลกระทบกลายเป็นปัญหาที่สำคัญคือการขาดแคลนนักเรียนที่มีคุณภาพและพร้อมที่จะเข้าเรียนต่อทางสาขาวิชาฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย กลายเป็นสาเหตุที่สำคัญ ซึ่งส่งผลให้เกิดการขาดแคลนนักวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทั้งในทางปริมาณ และคุณภาพ (ทบทวมหาวิทยาลัย. 2541 : 49, 67) นอกจากนี้ ผลจากการที่กรมวิชาการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ ในปีการศึกษา 2540 พบว่า นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยในวิชาฟิสิกส์ได้เพียงร้อยละ 28.21 เท่านั้น และเมื่อพิจารณาตามระดับคุณภาพ มีนักเรียนร้อยละ 70.86 อยู่ในระดับต้องปรับปรุง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : 13 - 15) และหากมองในระดับกว้าง ผลการส่งตัวแทนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเข้าร่วมแข่งขัน โอลิมปิกวิชาการ ในนามนักเรียนฟิสิกส์ไทย ตลอดช่วง 13 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2533 - 2545) ปรากฏว่า ฟิงประสบผลสำเร็จสูงสุดในปี พ.ศ. 2545 ได้ 1 เหรียญทอง (เคลวินวิ. 30 กรกฎาคม 2545 : 13) เราต้องยอมรับว่า ความสามารถทางวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทยต้องได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ดังภาพสะท้อนที่แสดงไว้ในเจตนารมณ์ของการปฏิรูปการศึกษาเพื่อจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. พ.ศ. 2542) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้นเห็นว่า “ตามแนวทางเดิมไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในภูมิภาค จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้คนไทยมีทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์” (กรมวิชาการ. 2544 : 1)

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่ว่า การศึกษาเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ทั้งนี้ เพราะ การศึกษาเป็นวิธีการที่มนุษย์ถ่ายทอดความรู้ เจตคติ แบบของความประพฤติ และมรดกทางสังคมแก่ชนรุ่นต่อไป เป็นการช่วยพัฒนาความคิด ความรู้ ความสามารถ เพื่อให้บุคคลสามารถปรับตัวดำรงชีวิตอยู่ในสังคม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2542) ได้ให้ความหมายของการศึกษาไว้ดังนี้ (มาตรา 4) การศึกษาหมายความว่า “กระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอด ความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” โดยนัยแห่งความหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การศึกษาผูกพันอยู่กับการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม สังคม และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ และโดยนัยแห่งการเรียนรู้เป็นคุณสมบัติพิเศษประการหนึ่งของมนุษย์ เป็นการ

เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ถาวร อันเนื่องมาจากกระบวนการที่จิตของมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ต่อสิ่งเร้าที่เป็นปัจจัยภายนอก (ภพ เลหา ไพบูลย์. 2540 : 63) ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นเรื่องเฉพาะบุคคลเฉพาะสถานการณ์

สภาพปัญหา สะท้อนให้เห็นความสำคัญของการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในสาขาวิชาฟิสิกส์ และจากเป้าหมายของการพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านฟิสิกส์ให้มีศักยภาพในการแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การมีความมุ่งหวังที่จะจัดการศึกษา เพื่อหล่อหลอม “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์เป็นพฤติกรรมทั้งทางความคิด และการแสดงออกของบุคคลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ดังนั้นเมื่อนำนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์และแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาพิจารณาจะพบว่า “ความเป็นวิทยาศาสตร์” มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่งเป็นองค์ประกอบด้านองค์ความรู้ (เนื้อหา) และประการที่สอง เป็นองค์ประกอบด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ (เพียร ซ้ายขวัญ. 2536 : 37; ภพ เลหา ไพบูลย์. 2540 : 1 - 2) ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบด้านองค์ความรู้ นั้น เป็นสาระที่ได้มาจากการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปแสวงหา และรวบรวมเป็นองค์ความรู้ต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Scientific facts) มโนทัศน์ (Concept) หลักการ (Principles) กฎ (Laws) สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Hypotheses) และทฤษฎี (Theories) สำหรับส่วนที่เป็นองค์ประกอบด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นคุณลักษณะที่เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของบุคคลซึ่งแสดงออกมาในลักษณะของพฤติกรรมและความคิด ประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Processes) ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) และส่วนที่สอง เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude)

คุณลักษณะประการแรกของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาจะพบว่า ในส่วนที่เป็น “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ นั้น เป็นข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533 : 17) ได้สรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นตอนการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และสรุปผล ซึ่งสุวัฒน์ นิยมคำ (เพียร ซ้ายขวัญ. 2536 : 53 - 54 ; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ นิยมคำ 2531. *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้* หน้า 161) ได้อ้างถึง เอิร์ด ศาสตราจารย์ทางวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยแอสตันฟอร์ด ได้วิจารณ์ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “แม้ที่จริงแล้วยังไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่แน่นอน ที่จะบอกได้ว่าถ้าดำเนินการตามวิธีนี้แล้วจะพบคำตอบของปัญหาได้ ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่เราสอนกันอยู่ทุกวันนี้มันไม่ใช่วิถีทางที่นักวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ใหม่ หากแต่เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เขียนรายงานการค้นคว้าของเขา วิธีการทำงานที่แท้จริงของนักวิทยาศาสตร์นั้นไม่ค่อยมีแบบแผนที่แน่นอนนัก เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทั้งวิจารณ์ญาณ และทั้งความคิดสร้างสรรค์ประกอบกัน ความคิดสร้างสรรค์นี้โดยตัวมันเอง ก็บอกแล้วว่าเป็นการคิดไม่เหมือนใคร คิดไม่เป็นแบบพิมพ์เดียวกัน ดังนั้นจึงบังคับให้ทุกคนคิดอย่างเดียวกันไม่ได้ ดำเนินการตามวิธีการเดียวกันไม่ได้” และสำหรับในส่วนที่เป็น “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” นั้น เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

ต่าง ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ (เพียร์ ช้ายขวัญ. 2536 : 61 ; อ้างอิงจาก สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2527. *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา* หน้า 18) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง” และใช้เกณฑ์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ที่แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและการสื่อความหมาย ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาแต่ละปัญหานั้น จะใช้ทักษะกระบวนการ กระบวนการอะไรบ้างนั้น ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหา และการมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาของแต่ละคน (เพียร์ ช้ายขวัญ. 2536 : 63)

คุณลักษณะประการที่สอง คือ “เจตคติทางวิทยาศาสตร์” นั้น เป็นข้อสรุปที่ได้จากอุปนิสัยการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่ยึดมั่นในอิสระและเสรีภาพแห่งความคิด เคารพความจริงและข้อเท็จจริง อดทนรอคอยความรู้จากความพยายามของตน ทำงานด้วยความรักโดยไม่คำนึงถึงว่าความรู้ที่ได้นั้นจะเป็นประโยชน์ต่อใคร อย่างไร และตนจะได้รับประโยชน์จากการศึกษาหรือไม่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงจัดเป็นพฤติกรรมหรือแนวความคิดที่มีความสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่มิอิทธิพลต่อการควบคุมความคิด และการตัดสินใจในการกระทำใด ๆ ในการปฏิบัติงานค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างสรรค์ผลงานด้านวิทยาศาสตร์ (เพียร์ ช้ายขวัญ. 2536 : 54; ภพ เลหา ไพบูลย์. 2540 : 12 – 13; สุภลักษณ์ วัฒนาวีวัตและคณะ. 2542 : 23 – 24) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามแนวสรุปของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ข้อดังนี้คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความมีระเบียบและรอบคอบ และความใจกว้าง (สุภลักษณ์ วัฒนาวีวัต และคณะ. 2542 : 24 – 25)

สรุปพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” จึงเป็นพฤติกรรมที่เป็นทั้งความคิด และการแสดงออกของบุคคล ซึ่งมีสองมิติ คือ มิติที่เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ในด้านเนื้อหาสาระทางฟิสิกส์ และมิติที่เป็นพฤติกรรมซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ “การหล่อหลอมพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ให้เกิดขึ้นกับตัวบุคคล จึงต้องกระทำพร้อม ๆ กันทั้งสองมิติ แต่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลนั้น เกิดจากการที่จิตของบุคคลผู้นั้นมีปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งเร้าที่เป็นปัจจัยภายนอกเข้ามากระตุ้น ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ดังนั้นบุคคลจะเรียนรู้เพื่อก่อเกิดพฤติกรรมตามที่ปรารถนาหรือไม่ จึงเป็นเรื่องเฉพาะบุคคล เฉพาะสถานการณ์ “ปรากฏการณ์ที่ก่อเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” จึงเป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อนเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม สังคม และปัจจัยเกื้อหนุนที่หลากหลายและเจาะจง ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงปรากฏการณ์ที่เป็นกระบวนการหล่อหลอมผู้เรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นักฟิสิกส์ดังกล่าว ทั้งนี้เพราะผลการวิจัยที่ทำให้ได้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง จะช่วยลดความสูญเสียเปล่าทางการศึกษา ช่วยให้อำหนดนโยบายและสร้างสถานการณ์เข้าได้

ถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาและสร้างสรรค์บุคลากรที่มี “ความเป็นนักฟิสิกส์” ได้ด้วยกระบวนการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีประสิทธิภาพ และข้อค้นพบยังช่วยขยายขอบเขตขององค์ความรู้ ช่วยให้การศึกษาค้นคว้าเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นนักฟิสิกส์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจกับการศึกษากระบวนการพัฒนาพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวบุคคลกับบุคคล และเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล อาทิเช่น เล็บ ซีมาโนวิช วิกือทสกี (Lev Semanovick Vygotsky. 1886 -1934) ได้ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรม โดยเห็นว่า “เด็กได้รับการอบรมเลี้ยงดูมาตั้งแต่แรกเกิด ส่งผลให้ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลงานของมนุษย์ คือ ‘วัฒนธรรม’ วัฒนธรรมแต่ละวัฒนธรรมจะช่วยบ่งชี้ผลผลิต อันหมายถึงพัฒนาการของเด็ก เป็นต้นว่า เด็กควรจะเรียนรู้อะไรบ้าง ควรจะมีความสามารถทางใด สถาบันสังคมต่าง ๆ ตั้งแต่ครอบครัวขึ้นไป มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้เด็กเรียนรู้ และมีอิทธิพลต่อพัฒนาการเขาวนปัญญาของเด็ก เพื่อให้เด็กพัฒนาถึงขั้นสูงสุดตามศักยภาพของแต่ละบุคคล และเห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเด็กมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น เช่น พ่อแม่ ครูหรือเพื่อน ในขณะที่เด็กอยู่ในสภาวะสังคม (Social Condition) และวัฒนธรรมแวดล้อมนั้น ๆ (Sociocultural Context)” (สุรางค์ โคว์ตระกูล. 2544 : 61 - 64) ภาพสะท้อนแนวคิดดังกล่าวปรากฏในรายงานผลการวิจัยของ Harold W. Stevenson และคณะ (1998) ที่พบว่า “ระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างมากใกล้เคียงกับวัฒนธรรมของประเทศนั้น ๆ ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการศึกษาหรือวิธีการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของประเทศใด ๆ โดยปราศจากความเข้าใจในพฤติกรรมความเชื่อและเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่มีอยู่ในวัฒนธรรมนั้น ๆ” (ธีระชัย ปุระณโชติ. 2543 : 177) ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ แมกซ์ เวเบอร์ (Max Weber. 1864 - 1920) ที่ว่า “มนุษย์คือสัตว์ที่ติดอยู่กับใยของความหมายที่ตนเองเป็นผู้ชัก (Man is an animal suspended in webs of significance he himself has spun) ...ใยที่มนุษย์ชักขึ้นมาก็คือวัฒนธรรมนั่นเอง การทำความเข้าใจมนุษย์จึงเป็นเรื่องของการพยายามวิเคราะห์วัฒนธรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นห่อหุ้มคน...” การวิจัยมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของการหากุณเฑาะจากทดลองแบบวิทยาศาสตร์อย่างเดียว แต่เป็นความพยายามจะตีความพฤติกรรมของมนุษย์เพื่อหาความหมายของวัฒนธรรมนั้นด้วย (สุรางค์ จันทวานิช. 2542 : 129 ; อ้างอิงจาก Clifford Geertz. 1973. *Thick Description: Toward an Interpretive theory of Culture in The Interpretation of Cultures.* p. 5)

งานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จะให้ความสนใจเกี่ยวกับการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการตกต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านองค์ความรู้เป็นหลัก อาทิเช่น ให้ความสนใจไปที่การค้นหาวิธีเร้าความสนใจในบทเรียน สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชา หรือพัฒนาเทคนิควิธีสอนที่คาดหวังว่าจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ด้วยการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน บทเรียนสำเร็จรูป บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยลักษณะงานจะเป็นการปรับปรุงรูปแบบเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลที่ได้คือพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา (องค์ความรู้) ดีขึ้น รู้จักขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีข้อบ่งชี้ว่า ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านพฤติกรรมในกระบวนการแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ได้เอง หรือเกิดพฤติกรรมความเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์

นอกจากนี้ มีงานศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาเงื่อนไขปัจจัย และอิทธิพลของปัจจัยเหล่านั้น ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาจากชีวิตจริง ตัวอย่างเช่น งานศึกษาวิจัยของ วิภา ภักธมัย (2522) ที่ศึกษาสมรรถภาพสมอง โดยใช้แบบทดสอบและพบว่า สมรรถภาพสมองด้านคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผล และด้านการตีความหมายจากข้อมูล มีผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ สุชาติ ลีตระกูล (2524) ใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษา และด้านเหตุผล และพบว่า มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก บุญชาติ เรืองสุวรรณ (2530) ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และงานของ อรุณ หงวนศิริ (2533) ที่พัฒนาแบบฝึกปฏิบัติภาพนักวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาและพบว่า มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

ข้อสังเกตที่น่าสนใจประการหนึ่ง เกี่ยวกับงานศึกษาวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ผ่านมา คือ ลักษณะแนวคิดที่ใช้ในการศึกษานั้น เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมมุติฐานเชิงกลไก (Mechanical Models of causation) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัญหา โดยมีหลักการว่า ภายใต้สภาวะการณ (Condition) หนึ่ง ๆ ปัจจัยที่ระบุได้จำนวนหนึ่ง จะสะท้อนให้เกิดผลของปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตได้ชุดหนึ่ง (พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิพงษ์, 2530 : 17 - 19) ซึ่งเป็นการใช้วิธีศึกษาแบบเดียวกันกับการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ที่ข้อมูลในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือจากพฤติกรรมที่ปรากฏ ที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วย ตา หู จมูก ลิ้น และสัมผัส ตามแนวคิดปฏิฐานนิยม (Positivism) ซึ่งเชื่อว่าสามารถพัฒนาเครื่องมือการวัดค่าความจริงเชิงประจักษ์ได้โดยปลอดจากอคติเช่นเดียวกับการวัดปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เป็นสากล และดำรงอยู่ได้ด้วยตัวเอง เป็นเอกเทศมีลักษณะแน่นอนตายตัว ทำให้สามารถแยกแยะหรือเจนนับออกมาสังเกตและวัดค่าความจริงได้เป็นส่วน ๆ (สุภางค์ จันทวานิช, 2542 : 5; อานันท์ กาญจนพันธุ์, 2544 : 43 - 44) แต่จากการศึกษาของการ์เดนอร์ (รุจิราพร อินทรโณมิตร, 2540 : 6 ; อ้างอิงจาก Gardner, 1975. *Attitudes to Science : A Review Studies in Science Education*. p 101 - 105) ได้ระบุถึงแบบวัดที่ใช้ในการประเมินทางจิตพิสัยเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นว่า “ยังขาดพื้นฐานโครงสร้างทางทฤษฎี และมีความสับสนในเรื่องตัวแปร ซึ่งเป็นปัญหาต่อการประเมินผลทางจิตพิสัยอย่างมาก” ดังนั้นปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ จึงอาจถูกพิจารณาได้ในมิติและวิถีทางนานัปการ เต็มไปด้วยความสลับซับซ้อน โดยเฉพาะปรากฏการณ์ด้านการเรียนรู้ ซึ่งมีตัวแปรต่าง ๆ เกี่ยวข้องมากมายสุดที่จะจำกัดลงมาในปริมาณที่จัดการได้แบบวิทยาศาสตร์ธรรมชาติทั่วไป (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541 : 22) ดังนั้นเท่าที่ผ่านมา จึงยังไม่มีการวิจัยใดที่สามารถบ่งชี้ได้ว่า มีเงื่อนไขปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคลได้อย่างชัดเจน นอกเหนือจากความรู้ความสามารถ ด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์

ดังที่ได้นำเสนอมาจะเห็นได้ว่า “ความเป็นนักฟิสิกส์” เป็นตัวตนของบุคคลที่มีพฤติกรรมทั้งทางความคิด และการกระทำ ซึ่งก่อเกิดขึ้นจากเงื่อนไขปัจจัยที่มีความสลับซับซ้อนและเฉพาะเจาะจง ทั้งจากเงื่อนไขที่เป็นปัจจัยด้านความสามารถทางชีวภาพ อันเป็นสมรรถภาพทางสมองหรือความสามารถในการเรียนรู้ รวมทั้งพรสวรรค์หรือความถนัดพิเศษ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลต่อศักยภาพและประสิทธิภาพในการพัฒนาตน และจากเงื่อนไข

ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ชีวิต อันเป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของบุคคลกับบริบทแวดล้อม เป็นอิทธิพลของสังคมที่แวดล้อมบุคคลที่มีผลต่อเป้าหมายของวิถีชีวิต และความรู้สึกรู้สึกนึกคิดของบุคคลเอง ผู้วิจัยจึงเห็นว่า “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่เป็นตัวตนของบุคคลนั้น ก่อเกิดพัฒนาความเป็นตัวตนขึ้นมาจากกระบวนการขัดเกลาทางสังคม อันเป็นเงื่อนไขที่เป็นองค์ประกอบของประสบการณ์ชีวิต ดังนั้น แนวคิดที่ผู้วิจัยให้ความสนใจนำมาใช้เป็นกรอบความคิดในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ แนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ (Symbolic Interaction) ทั้งนี้เพราะแนวคิดดังกล่าว ให้ความสำคัญกับมนุษย์แต่ละคนในฐานะที่เป็นปัจเจกบุคคล (Individual) ที่เกี่ยวข้องอยู่กับปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในวิถีชีวิตของบุคคลแต่ละคน ซึ่งก่อให้เกิดเป็นความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ ความศรัทธา เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ ที่เป็นโลกทัศน์จากการกระทำของตนเอง โดยการตีความ ให้ความหมาย เป็นกระบวนการพัฒนาตนภายใต้สภาวะการณ์ตัดสินใจของตนเอง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิด กลายเป็นตัวตน (Self) โดยผ่านมุมมอง หรือทัศนะของบุคคลนั้น ๆ เอง”

กระบวนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาตนของบุคคลตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์นั้น ให้ความสำคัญกับบุคคลว่า สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในสถานะการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถเลือกปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของตนเองได้ สามารถตีความให้ความหมายต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ตามความเชื่อที่เป็นโลกทัศน์ส่วนตัว และเลือกที่จะเข้าถึงผล ได้ผลเสียต่าง ๆ ตามที่คิดตกลงใจที่จะกระทำด้วยตนเอง กล่าวคือ ในกระบวนการพัฒนาตัวตนนั้น ก่อนที่บุคคลตัดสินใจลงมือกระทำใด ๆ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการพัฒนาตนนั้น บุคคลได้ปฏิสังสรรค์กับตนเอง (Self-Interaction) โดยการตีความ ให้ความหมายต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่ตนมีปฏิสัมพันธ์ด้วย จากนั้นจะพิจารณาทบทวนว่าตนเองต้องการอะไร ตั้งเป็นเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ตนเองต้องการจะกระทำ เพื่อวางแผนเป็นแนวทางในการปฏิบัติ ทำความเข้าใจและตีความการกระทำของผู้อื่น คาคณะจนถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามมา ตรวจสอบความเป็นไปได้ในหลาย ๆ ด้าน เพื่อหาจุดสำคัญที่ต้องการจะกระทำ รวมทั้งคอยเตือนตนเองในการลงมือปฏิบัติตามที่ได้คิดตกลงไว้ในใจ (นิรนาท แสนสา. 2543 : 9 ; อ้างอิงจาก Wallace and Wolf. 1995. *Contemporary Sociological Theory : Continuing the Classical Tradition.* p. 188.; Citing Blumer. 1966. *Sociological Implications of the Thought of George Herbert Mead.*)

แนวคิดในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงแตกต่างจากการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ผ่านมา โดยผู้วิจัยต้องการแสวงหาความสำคัญของข้อมูลด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิด และการให้ความหมายหรือคุณค่าแก่สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิถีชีวิตของบุคคล จากสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริงในทุกมิติ เพื่อค้นหาเงื่อนไขและเหตุปัจจัยที่นำบุคคลเข้าสู่ตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคล ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการศึกษาค้นคว้าทางด้านปรากฏการณ์สังคม (Social Phenomena) เนื่องจากเป็นการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ภายใต้บริบทหรือสภาวะการณ์แวดล้อมในสังคม ที่มองเห็นว่า ความเป็นจริงทางสังคมมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเป็นพลวัต (Dynamic) ทั้งเกี่ยวพันและขัดแย้งกัน จึงทำให้มีสภาพแตกต่างและหลากหลายไปตามการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความสลับซับซ้อน เพราะมีเงื่อนไขปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย และแต่ละปัจจัยก็มีอิทธิพลต่อความรู้สึกรู้สึกนึกคิด และให้ความหมายต่อตัวบุคคลเองแตกต่างกันตามขั้นตอนและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เปลี่ยนไป

ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงมูลเหตุจูงใจ หรือเงื่อนไขปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ภายใต้มุมมองและให้ความหมายของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นนักฟิสิกส์ด้วยสายตาและมุมมองของนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์เอง การหา

ความหมายของระบบความเชื่อ ความคิด และคุณค่าในวัฒนธรรมแวดล้อมในสังคมดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องตีความหมายจากข้อมูลด้านความรู้สึก โลกทัศน์ และความหมายของวัฒนธรรมจากตัวนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ โดยการเข้าไปสัมผัสกับข้อมูลหรือปรากฏการณ์โดยตรง เพื่อรับรู้ความเชื่อ ระบบคิด และความหมายในคุณค่าที่เป็นของนักเรียนผู้ให้ข้อมูล และใช้ความรู้สึกนึกคิดนั้นอธิบายการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของตัวนักเรียนเอง ตามแนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา (Phenomenology)

การศึกษาปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นักฟิสิกส์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในครั้งนี้ จึงต้องศึกษาในลักษณะที่เป็นกระบวนการทางสังคม (Social process) ที่นักเรียนมีความสัมพันธ์อยู่กับ พ่อแม่ ครูอาจารย์ กลุ่มเพื่อน สื่อมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในลักษณะของกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียนกับกระบวนการเรียนการสอน สภาพแวดล้อมในโรงเรียน สภาพแวดล้อมในครอบครัว และสังคม โดยไม่แยกศึกษาเฉพาะส่วน ทั้งนี้เพราะจะทำให้ขาดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ในบริบทแวดล้อมโดยรวมอย่างแท้จริง นั่นคือการให้ความสำคัญกับการมองภาพรวม (Holistic Approach) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Methodology) มาเป็นวิธีการวิจัย ทั้งนี้เพราะวิธีวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการทำความเข้าใจปรากฏการณ์สังคมในมิติที่ลึกซึ้งสามารถสะท้อนความจริงได้ถูกต้องครอบคลุม จากข้อมูลที่ได้ขุดโดยนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์โดยตรง รวมทั้งข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องที่เป็นนัยสำคัญของปรากฏการณ์ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ อาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นได้ และข้อค้นพบในครั้งนี้ อาจช่วยในการขยายขอบเขตการค้นคว้าวิจัย ที่เกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นต่อไปอีกด้วย

ปัญหาการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาปรากฏการณ์สังคม เนื่องจากผู้วิจัยมีแนวคิดพื้นฐานที่ว่า ภายใต้อุปสรรคของปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นักฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น เกิดจากกระบวนการพัฒนาตน ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการตัดสินใจ อันเนื่องมาจากบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับเงื่อนไขปัจจัยต่าง ๆ ในบริบทแวดล้อมสังคมที่เกี่ยวข้องมากมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการทราบว่า ภายใต้กระบวนการตัดสินใจนั้น มีเงื่อนไขปัจจัยใดบ้างที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดสินใจของนักเรียน ที่มีผลทำให้นักเรียนพัฒนาตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ขึ้น ภายใต้อารมณ์ความรู้สึกนึกคิด และการตีความ ให้ความหมายของปรากฏการณ์ด้วยสายตาและมุมมองของนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์เอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง อันเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสังคมแวดล้อมและตนเอง โดยการตีความ ให้ความหมาย การกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการเลือก การต่อรองกับตนเองและสังคม และการลงมือปฏิบัติ รวมทั้งเพื่อทำความเข้าใจถึงเงื่อนไข ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาย้อนประสบการณ์ (Retrospection) ของนักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ รวมทั้งกลุ่มบุคคลผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ทั้งนี้การกำหนดขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้นั้น ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อการวิเคราะห์ 2 ประการ คือ

1. กำหนดขอบเขตของการวิจัย โดยยึดหน่วยการวิเคราะห์นักเรียนในระดับบุคคล (Unit of Analysis)
2. กำหนดขอบเขตของการวิจัย โดยดูสาระของการวิเคราะห์ คือดูนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถทางฟิสิกส์ (Subject of Analysis)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นเครื่องช่วยทำความเข้าใจถึงกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคล จากข้อมูลของตัวบุคคลที่เป็นเจ้าของปรากฏการณ์เอง และบุคคลที่เป็นนัยสำคัญของเงื่อนไขปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการดังนี้

1. การศึกษาถึงกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์จะทำให้ทราบถึงเงื่อนไขปัจจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งอิทธิพลของปัจจัยที่เกิดขึ้นในแต่ละลำดับของขั้นตอนที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ผลของการทำความเข้าใจในกระบวนการนี้จะก่อให้เกิดคุณค่าตามมา คือ

- 1.1 ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่เอื้อหรือผลักดันให้บุคคลเข้าสู่โลกแห่งวิทยาศาสตร์ ที่มองโลกและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติด้วยเหตุและผลและข้อเท็จจริงแห่งธรรมชาติตามวิถีทางแห่งฟิสิกส์ได้ตรงประเด็น ด้วยข้อมูลจากตัวนักเรียนเอง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้เราทราบกระบวนการจัดกลานบุคคลเข้าสู่โลกแห่งวิทยาศาสตร์ด้วย

- 1.2 ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้บุคคลดำรงตนอยู่ในโลกแห่งวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรท่ามกลางกระแสความเชื่อในสิ่งที่เหนือธรรมชาติ หรือการให้ความหมายของปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ในวัฒนธรรมไทย บนพื้นฐานการมองปัญหาและระบบความคิดที่แตกต่างกัน การรู้ถึงความสัมพันธ์ของอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะช่วยในการกำหนดทิศทางของการปฏิรูปการเรียนรู้ที่เป็นผลเอื้อต่อการพัฒนาบุคคลเข้าสู่อาชีพที่ใช้แนวคิดและจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต สังคม และประเทศชาติที่กำลังประสบปัญหาอยู่ในขณะนี้

2. การศึกษาครั้งนี้จะช่วยทำให้เข้าใจโลกของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิถีชีวิตของผู้ดำรงตนอยู่ในโลกวิทยาศาสตร์กับโลกทางสังคม ภายใต้วัฒนธรรมไทยว่ามีความสอดคล้องเกื้อหนุนหรือขัดขวางกันอย่างไร เพื่อเป็นแนวคิดในการตัดสินใจเลือกที่จะปฏิรูปวัฒนธรรมและวิถีชีวิตที่เป็นผลกระทบต่อระบบความคิดและพฤติกรรมที่เป็นความก้าวหน้าทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตและระบบสังคมที่ดีกว่าเป็นการสร้างบรรยากาศทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์

3. การศึกษาครั้งนี้ช่วยขยายขอบเขตทางการศึกษา โดยคาดหวังว่า จะค้นพบข้อเสนอเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเรียนรู้ ภายใต้แนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการชักนำและจัดกลานบุคคลเข้าสู่พฤติกรรมใด ๆ ที่

มีคุณลักษณะเฉพาะเจาะจง และคุณลักษณะเฉพาะนี้มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตของบุคคลในสังคมและหวังว่ามิติแห่งการศึกษานี้จะขยายขอบเขตของการศึกษาให้กว้างขวางลึกซึ้งต่อไปในอนาคต

ข้อคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา (Propositions)

1. กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคลนั้น มีลักษณะเป็นการกำหนดทิศทางของการเข้าสู่วิชาการและ/หรือวิชาชีพ มีพัฒนาการเป็นลำดับขั้นตอนจนก่อให้เกิดเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดภาวะเงื่อนไขเป็นปัจจัยแทรกซ้อน และปัจจัยแต่ละขั้นตอนนี้จะมีความสำคัญแตกต่างกัน
2. แรงจูงใจที่เกิดขึ้นและผลักดันให้บุคคลตัดสินใจเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์นั้น มี 2 ลักษณะ คือ ประการแรกเป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ที่เป็นแรงขับ (Drive) อันเกิดจากความต้องการจำเป็น (needs) หรือเจตคติ (attitude) หรืออารมณ์ (emotion) หรือภาวะแวดล้อมทางสังคม (Social Environment) ของบุคคลที่เป็นความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้และเข้าใจข้อเท็จจริง ก่อเกิดเป็นแรงบันดาลใจและความมุ่งมั่น และประการที่สองเป็นแรงจูงใจทางสังคมอันเนื่องมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในกระบวนการปฏิสังสรรค์ ซึ่งมีปัจจัยที่สลับซับซ้อน การเรียนรู้แรงจูงใจของการก่อเกิดความเป็นนักฟิสิกส์ จะเป็นจุดสำคัญที่ช่วยทำให้เข้าใจกระบวนการตัดสินใจเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคลต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การปฏิสังสรรค์ หมายถึง การสร้างสรรค์ตนเองขึ้นมาสู่ความเป็นตัวตน ตามแนวคิดทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ (Symbolic Interaction)
2. สนามวิจัย หมายถึง ปรากฏการณ์ความสามารถทางฟิสิกส์ของนักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งปรากฏในตัวคณของนักเรียนในค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ค่าย สอวน.ฟิสิกส์ ค่ายที่สองของโครงการในมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ประจำปี พ.ศ. 2546 และโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายbecome นักฟิสิกส์ของนักเรียนในครั้งนี้นั้น เนื่องจากผู้วิจัยมีความเชื่อว่าพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์เป็นตัวตนหนึ่งของบุคคล ที่แสดงออกให้เห็น หรืออาจเรียกได้ว่า เป็นปรากฏการณ์หนึ่งที่ได้พบได้ในสังคมหรือเป็นปรากฏการณ์สังคม และจากความมุ่งหวังที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาทำความเข้าใจกระบวนการพัฒนาตนของบุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ตามแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สาขาฟิสิกส์) รวมทั้งค้นหาเงื่อนไขปัจจัยที่ผลักดันให้บุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์ หรือสร้าง (Construct) เป็นข้อสรุปแนวคิดใหม่ เป็นการกำหนดขอบเขตความสนใจในลักษณะบางประการของปรากฏการณ์ เพื่อช่วยในการสร้างภาพทำความเข้าใจลักษณะของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ และกระบวนการหล่อหลอมพฤติกรรมของบุคคลเข้าสู่พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขอแนะนำเนื้อหาสาระ และแสดงกระบวนการสังเคราะห์ หรือสร้างข้อสรุปแนวคิดไว้ในบทนี้ ดังนี้ คือ

1. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์

การสร้าง “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างข้อสรุปแนวคิดใหม่ในการทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ทั้งความคิดและการแสดงออก โดยผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิดและข้อมูล เป็นการฉายให้เห็นภาพตัวตนของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์และธรรมชาติของฟิสิกส์ เพื่อใช้เป็นแนวคิดในการแสวงหาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์และพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ในตัวคนของบุคคลในสังคมที่เป็นสนามวิจัย แนวคิดและข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้มีดังต่อไปนี้ คือ

1.1 แนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 มองภาพชีวประวัติของนักฟิสิกส์โลก “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ...ภาพสะท้อนตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์

2. แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน

การสร้าง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” เป็นการแสวงหาคำอธิบายและทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของบุคคล โดยการประสานเชื่อมโยงเข้ากับ “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” เพื่อสะท้อนให้เห็น “กระบวนการพัฒนาตนของบุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์” หรือกระบวนการกลายbecome นักฟิสิกส์ของบุคคล ซึ่งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประสานเชื่อมโยงเพื่อสร้างแนวคิดมีดังนี้ คือ

2.1 แนวคิดทฤษฎีปฏิสัมพันธ์สัญลักษณ์ (Symbolic Interaction)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง

2.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมด้านจิตพิสัย

2.2.3 การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. กรอบความคิดพื้นฐานในการวิจัย

กรอบความคิดพื้นฐานในการวิจัยนั้น เป็นการนำเสนอแนวคิดในการดำเนินการศึกษา เพื่อตอบปัญหาการวิจัย

สำหรับรายละเอียดในแต่ละหัวข้อนั้น ผู้วิจัยได้เรียบเรียงนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้ คือ

1. แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์

ผู้วิจัยสร้าง “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” จากแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสังเคราะห์ร่วมกับลักษณะหรือธรรมชาติของฟิสิกส์ (Physics) ซึ่งคำว่า “Physics” เป็นคำที่มีความหมายถึง “ปรากฏการณ์ธรรมชาติ” บูรินทร์ กำจัดภัย (2540 : 109 – 110) ได้ให้ความหมายและขอบข่ายของวิชาฟิสิกส์ไว้ดังนี้ “วิชาฟิสิกส์เดิมเรียกว่า วิชาปรัชญาธรรมชาติ (Natural Philosophy) โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดแบบตรรกศาสตร์ (Logic) ในการพัฒนาองค์ความรู้ ต่อมาได้นำแนวคิดตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า “จะต้องพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และต้องทำซ้ำใหม่ได้” เข้ามาใช้เป็นหลักแห่งศาสตร์ และได้เปลี่ยนจากวิชาปรัชญาธรรมชาติมาเป็นวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาวิชาประกอบด้วยสาขาต่าง ๆ ดังนี้ คือ กลศาสตร์ ไฟฟ้า แสง เสียง เทอร์โม ไดนามิก กลิ่น อะตอมมิกฟิสิกส์ และนิวเคลียร์ฟิสิกส์”

ดังนั้น “ความเป็นนักฟิสิกส์” จึงเป็นข้อความที่ผู้วิจัยใช้เรียกตัวตนของบุคคลผู้มีพฤติกรรมทั้งทางความคิดและการกระทำสอดคล้องกับลักษณะหรือธรรมชาติของฟิสิกส์ และแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยต้องการสร้างนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ให้เห็น “ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์” ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดในตัวตนของบุคคล เพื่อสะท้อนให้เห็นกระบวนการพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคล และต้องการสะท้อนให้ปรากฏเป็นพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่สังเกตหรือรับรู้ได้ในตัวตนของบุคคลในสังคม ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ หรือสร้าง “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การสร้าง “นิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์”

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่มีนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา รวมทั้งผลการค้นคว้าของสถาบันต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ และทำการสังเคราะห์ร่วมกับลักษณะของวิชาฟิสิกส์เป็นนิยามความหมายของ “ความเป็นนักฟิสิกส์”

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ “ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์”

การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นการนำนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ ที่ได้จากขั้นที่ 1 มาวิเคราะห์ต่อเนื่องให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดที่เกิดขึ้นในตัวตนของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งสามารถสังเกต หรือสะท้อนให้เห็นเป็นปรากฏการณ์ได้ในตัวตนของบุคคลในสังคม

ขั้นที่ 3 การสร้าง “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์”

การสร้างพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นความต้องการฉายปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ที่ได้ในขั้นที่ 2 ของผู้วิจัย ให้ปรากฏเห็นเด่นชัดขึ้น และมีความเป็นนักฟิสิกส์มากขึ้น โดยผู้วิจัยได้

พิจารณา นำชีวประวัติ ที่สะท้อนแนวคิดของ “กาลิเลโอ กาลิเลอี” มาวิเคราะห์ และดำเนินการสังเคราะห์ให้ได้ พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่สะท้อนรับกับปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยต้องการนำ พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าวไปใช้ในการค้นหาสนามวิจัย รวมทั้งใช้เป็นกรอบความคิดพื้นฐานในการ เก็บรวบรวมข้อมูล

ซึ่งรายละเอียดที่เป็นสาระสำคัญในกระบวนการสร้างแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ มีดังต่อไปนี้

1.1 แนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของความเป็นนักฟิสิกส์ รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการหล่อหลอมบุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ จึงมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์เสียก่อน วิทยาศาสตร์ตามความหมายของคำศัพท์ภาษาอังกฤษ “Science” มาจากภาษาละติน “Scientia” มีความหมายว่า “ความรู้” (knowledge) ซึ่งโดยความหมายดังกล่าวไม่สามารถช่วยให้เรามองภาพความเป็นวิทยาศาสตร์ หรือขอบข่ายของงานทางวิทยาศาสตร์ได้เลย จึงขอยกนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ที่มีผู้เกี่ยวข้องกับงานทางวิทยาศาสตร์ได้ให้นิยามความหมายไว้ ซึ่งสามารถแยกได้เป็นสองกลุ่มดังนี้ คือ

กลุ่มที่หนึ่งเป็นนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ตามความคิดของนักวิทยาศาสตร์ และนักปรัชญา วิทยาศาสตร์ อาทิเช่น Andersen (1969 : 2-7); Renner and Stafford (1972 : 1-4); Holton (1973 : 174 และ 183); Stedmen (1976 : 30-31); Mohr (1977 : 42-43) และ Snyder (1978 : 31) ซึ่งกลุ่มนี้ได้กำหนดนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ตามลักษณะโครงสร้าง และกิจกรรมของวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ พอสรุปได้ดังนี้ คือ “วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามของมนุษย์ ที่จะค้นพบความจริงของปรากฏการณ์ในธรรมชาติ จึงเกี่ยวข้องข้องกับเรื่องราวสองประการ คือ ความรู้ และวิธีการในการค้นพบความจริง”

กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ศึกษา อาทิเช่น Sund & Trowbridge (1967 : 1); Collette (1973 : 4,8,14,22 และ23); Carin & Sund (1975 : 4-5); Trojack (1979 : 4) และ Coulter, Williams & Schulz (1981 : 137) กลุ่มนี้ได้กำหนดนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการศึกษา ซึ่งพอสรุปนิยามความหมายได้ดังนี้ คือ “วิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการค้นพบความรู้”

เมื่อนำแนวคิดเกี่ยวกับนิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์จะพบว่า มีความหมายที่กว้างขวางมาก แต่พอจะสรุปได้ตามความคิดเห็นของ ชีระชัย ปุณณโชติ (2532 : 1) ดังนี้คือ “วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาถึงเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ วิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ และเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยหรือส่งเสริมให้มนุษย์แสวงหาความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับธรรมชาติ” หรืออาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ หรือเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลผลิตของการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์
2. องค์ประกอบด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่วิธีการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ตลอดจนเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น Doran, Guerin and Cavalieri (1974 : 327-329); Billeh and Hasan (1975 : 212) และ Billeh and Malik (1977 : 563) ได้พยายามจำแนกองค์ประกอบที่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

1.1.1 ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ (Assumption of Nature)

1.1.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) จริยศาสตร์ (Ethics of Science) หรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values of Science)

1.1.3 คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (Characteristic of Scientists)

1.1.4 ผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ (Products of Science)

1.1.5 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Science)

1.1.6 ปฏิสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม (Interaction of Science with Society)

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีเป้าหมายอยู่ที่การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ และเงื่อนไขปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อเกิดตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสนใจองค์ประกอบที่เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะใช้เป็นกรอบอ้างอิง เพื่อสร้างนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์อยู่ 5 ประการคือ ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจริยศาสตร์ หรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดที่น่าสนใจดังนี้

1.1.1 ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ (Assumptions of Nature)

ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือความเชื่อทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น Doran, Guerin and Cavalieri (1974 : 327); Billeh and Malik (1977 : 568) และ Palmer (1979 : 20-21) ได้ให้ข้อเสนอเป็นแนวคิดไว้หลายประการ สรุปได้ดังนี้ คือ

1) ความจริง (Real) หรือความแท้จริง (Reality) คือเชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภพ (Universe) เป็นสิ่งที่มีอยู่จริง

2) ความสม่ำเสมอ (Consistency) หรือความคงเส้นคงวา (Consistent) คือการที่เชื่อว่าปรากฏการณ์ในธรรมชาติจะปรากฏอย่างเดิมอยู่ตลอดเวลา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงง่าย ๆ หรือดำรงอยู่อย่างมีกฎเกณฑ์ของมัน

3) เหตุภาพ (Causality) คือเชื่อในหลักของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ผลของธรรมชาติต้องมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ หรือมีความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ เชื่อว่าผลย่อมมาจากเหตุ คือเชื่อว่า “ปรากฏการณ์ทุกชนิดย่อมมีสาเหตุ”

4) สามารถศึกษาเข้าใจได้ (Comprehensibility) คือเชื่อในสติปัญญาของมนุษย์ว่าสามารถศึกษาและเข้าใจ (Intelligible) เหตุการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติได้

ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพราะการที่นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อเช่นนี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีความหวังมีแรงบันดาลใจและมุ่งมั่นที่จะค้นหาคำตอบจากธรรมชาติ ทำให้โลกของวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้า ดังคำกล่าวของไอน์สไตน์ (Albert Einstein, 1879 – 1955) ที่กล่าวไว้ว่า “ความเชื่อว่าโลกภายนอกมีอยู่จริง โดยไม่ขึ้นกับตัวผู้รับรู้ เป็นรากฐานของ

วิทยาศาสตร์ทั้งปวง” นั่นคือทฤษฎีต่อโลกและธรรมชาติดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานของการศึกษาระบบนิเวศวิทยาอย่าง เป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ เป็นอิสระจากจิตใจของเรา ปรากฏการณ์ใด ๆ ในธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างเดียวกันไม่ว่าผู้สังเกตจะเป็นใครก็ตาม (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2536 : 58)

1.1.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethics of Science) หรือค่านิยมทาง วิทยาศาสตร์ (Values of Science) นั้น ถือได้ว่าเป็นแบบของความประพฤติ หรือระบบคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ จะมีความประพฤติ หรือยึดมั่นในระบบคุณค่า ที่เป็นค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ หรือที่เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ก่อนที่จะทำความเข้าใจในความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ใคร่ขอแนะนำนิยามความหมายของคำว่า “เจตคติ” ตามที่ ราชบัณฑิตยสถาน (2526 : 235) ได้ให้ความหมายไว้ ว่า “ คือท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์เป็น ภาษาลาตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้นเอียง เหมาะสม มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกัน คือ “ทัศนคติ” และ “เจตคติ”

ส่วนความหมายของคำว่า “เจตคติทางวิทยาศาสตร์” นั้น ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษา อาทิเช่น Haney (1969 : 33 - 35); Gardner (1975 : 1-4); Gauld (1982 :109) และ Munby (1983 : 142) ได้ให้นิยามความหมายของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลายแต่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ “เป็นกระบวนการใช้สติปัญญา หรือความคิดในการวิเคราะห์ เพื่อค้นคว้า หรือแสวงหาความจริง”

สำหรับลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น Aston (1967 : 36); Thurber & Collette (1968 : 154); Haney (1969 : 198 – 204); Merrey (1970 :12); Victor & Lerner (1971 : 70) และ Billeh & Zakharriades (1975 :156) ได้แสดงทัศนะไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งคณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525ฯ : 55 – 57) และสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) (2531 : 11 – 14) ได้ทำการวิเคราะห์หากลั่นกรองเสนอไว้ สอดคล้องกัน โดยมีรายละเอียดของคุณลักษณะสำคัญ ลักษณะบ่งชี้ หรือพฤติกรรมของบุคคล ผู้มีเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ คือ

1) ความอยากรู้อยากเห็น

1.1) มีความใฝ่ใจความพยายามและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ใน สถานการณ์ และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ

1.2) ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

1.3) มีความเชื่อว่าการทดลองค้นคว้าจะทำให้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาค้น

1.4) มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องราวต่าง ๆ

1.5) ชอบทดลองค้นคว้า

1.6) ชอบสนทนา ช่างซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้คำตอบและความรู้สมบูรณ์แบบ

และเพิ่มมากขึ้น

1.7) ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญใน

ชีวิตประจำวัน

2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม

- 2.1) ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย
- 2.2) เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ
- 2.3) ทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ ไม่ละเลยทอดทิ้งหรือหลีกเลี่ยงงานที่ได้รับมอบหมาย และสำเร็จตามกำหนดและตรงเวลา
- 2.4) ไม่ทอดทิ้งเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว(รวมทั้งการทำงานอื่น ๆ ด้วย)
- 2.5) มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้
- 2.6) ปกป้องกัน ไม่ให้เกิดผลเสียต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมจากงานของตน
- 2.7) ทำงานเต็มความสามารถ
- 2.8) ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้รับคำตอบ
- 2.9) มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

3) ความมีเหตุผล

- 3.1) เชื่อในความสำคัญของเหตุผลและเห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ
- 3.2) ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
- 3.3) ไม่เชื่อโซกลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่จะพยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล
- 3.4) แสวงหาเหตุผลของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุหนึ่งกับผลที่เกิดขึ้น
- 3.5) แสวงหาหลักฐาน หรือข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลอง เพื่อสนับสนุน หรือคิดค้นคำอธิบาย
- 3.6) ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นอย่างนั้น
- 3.7) อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 3.8) ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
- 3.9) รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะลงสรุปเรื่องราวต่าง ๆ

4) ความมีระเบียบและมีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

- 4.1) ยอมรับว่าความมีระเบียบและความละเอียดรอบคอบมีประโยชน์
- 4.2) เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและความละเอียดรอบคอบ
- 4.3) นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง
- 4.4) มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ หรือใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
- 4.5) มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน
- 4.6) วางแผนการทำงานและการจัดระบบการทำงาน

- 4.7) ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง
- 4.8) ทำงานอย่างมีระบบระเบียบ
- 4.9) ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- 4.10) หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

5) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

- 5.1) ชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น
- 5.2) เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
- 5.3) บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่เอาความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้อง
- 5.4) ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตน
- 5.5) ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
- 5.6) ไม่ยอมให้ความชอบหรือความไม่ชอบส่วนตัวมาอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใด ๆ
- 5.7) มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- 5.8) เป็นผู้ซื่อตรง อุดมคุณ ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

6) ความใจกว้าง

- 6.1) ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง
- 6.2) เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ ไม่ยึดในความคิดของตน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง
- 6.3) รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- 6.4) ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม
- 6.5) เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น
- 6.6) ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

ความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อาจสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นลักษณะนิสัยและจิตใจแบบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวกำกับความคิด การกระทำและการตัดสินใจของบุคคล ถ้าไม่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นหรือควบคุมแล้ว การค้นคว้างานทางวิทยาศาสตร์ อาจจะไม่มุ่งออกเวยขยายวงกว้างอย่างทุกวันนี้ ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ ที่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกมาเนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึก

บุคคลจะสามารถศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ผลดีหรือไม่ จึงขึ้นอยู่กับกรณีอุปนิสัยที่เป็นคุณลักษณะที่เรียกว่า เป็นผู้มีความเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2537 : 25; กพ เลหไฟบูลย์. 2540 : 12)

1.1.3 คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (Characteristic of Scientists)

บุคคลที่ได้ชื่อว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมีความเชื่อ เจตคติ หรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีคุณลักษณะอื่น ๆ ร่วมด้วยอีก ซึ่งอาจเรียกได้ว่า เป็นบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะสามารถพบได้ในตัวบุคคลที่มีความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษา และสถาบันทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2525 : 72 – 73) Woodburn & Obourm (1965 : 31 – 32) และBarton (1969 : 95) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์จากคุณลักษณะ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน แล้วสรุปออกมา ซึ่งสามารถถล่มกรองร้อยรวมเป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

- 1) เป็นผู้มีความจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ เอาใจใส่ต่อการรับรู้ อยากรู้อยากเห็น สนใจวิทยาศาสตร์ เป็นคนช่างสังเกต ชอบคิดและเป็นอิสระต่อการคิดและการตัดสินใจ
- 2) ชอบการคำนวณ มีสติปัญญาดี มีระเบียบ ละเอียดรอบคอบ และมีความรับผิดชอบสูง
- 3) มีความอดทน เพียรพยายาม และชอบที่จะคิดแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยวิธีการของตนเอง
- 4) เป็นตัวของตัวเอง ชอบการเปลี่ยนแปลง มีสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นน้อย ไม่ชอบวิจารณ์บุคคล ไม่ชอบสนใจเรื่องส่วนตัว และมีความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติตามค่านิยม แบบแผนวัฒนธรรม ประเพณีของสังคมน้อย ชอบทำงานกับสิ่งของและความคิด

1.1.4 ผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ (Products of Science)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลิตภัณฑ์ (Product) ที่ได้จากการค้นคว้าแสวงหาของนักวิทยาศาสตร์ ตามวิธีการของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหา Rubba & Andersen. (ไพลีย์ ไชยทองศรี. 2541 : 22; อ้างอิงจาก Rubba & Andersen.1978. *Development of an Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Science Knowledge* p. 456) ได้อธิบายลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 6 ประการ คือ

- 1) ความบริสุทธิ์ (Amorality) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตัดสินได้ว่าดีหรือไม่ดี เนื่องจากไม่ได้เกี่ยวข้องกับนำไปใช้ เมื่อใดที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จะต้องนำหลักการทางด้านจริยธรรมศีลธรรมมาตัดสินพิจารณาเสมอ
- 2) ความสร้างสรรค์ (Creativity) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยสติปัญญาของมนุษย์ โดยอาศัยจินตนาการอย่างสร้างสรรค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างสรรค์ของกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 3) พัฒนาการ (Development) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถพิสูจน์ว่าถูกต้องสมบูรณ์หรืออันติมะ (Ultimate) แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา กระบวนการตรวจสอบที่ใช้เป็นเพียงกำหนดว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นไปได้สูงเท่านั้น และความเชื่อที่เราเห็นว่าถูกต้อง

ในครั้งหนึ่งอาจจะไม่ถูกต้องเมื่อเวลาผ่านไป และความเชื่อที่เราเห็นว่าถูกต้องจะได้รับการตัดสินใจในบริบทของประวัติศาสตร์เท่านั้น

4) ความสมบูรณฺ์และเรียบง่าย (Parsimony) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเรียบง่ายไม่ซับซ้อน เป็นความรู้ที่ครอบคลุมและสมบูรณฺ์ มีการใช้มโนทัศน์ (Concept) จำนวนน้อยมาก แต่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้มากที่สุด

5) สามารถทดสอบได้ (Testability) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทดสอบได้ในทุกสถานการณ์ และผลการทดสอบซ้ำกันหลาย ๆ ครั้งในสถานการณ์ต่าง ๆ จะมีความสอดคล้องกัน จึงทำให้เกิดความเที่ยงตรงในความรู้ดังกล่าว

6) ความเป็นเอกภาพ (Unification) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ทำให้เกิดความเข้าใจความเป็นเอกภาพของธรรมชาติได้ โดยอาศัยการเชื่อมโยงบูรณาการของความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นมโนทัศน์ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้มีพลังความสามารถในการอธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น

ความรู้ที่ถือได้ว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจแบ่งได้เป็น 6 ประเภท (มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช. 2536 : 40 – 44) ดังต่อไปนี้ คือ

1) ความจริงเดี่ยว หรือข้อเท็จจริง (Fact) ความจริงเดี่ยว หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ข้อเท็จจริงนั้นจะต้องเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรง และจะคงความเป็นจริงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนกันทุกครั้ง

2) มโนทัศน์ (Concept) คำว่ามโนทัศน์ มีผู้ใช้คำอื่น ๆ อีก เช่น “ความคิดรวบยอด” “มโนคติ” “สังคัป” หรือ “แนวคิด” มาจากภาษาอังกฤษว่า “concept” เกิดจากการนำเอาความจริงเดี่ยวหลาย ๆ ความจริงเดี่ยวที่เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันจนเกิดเป็น ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

3) หลักการ (Principle) หลักการหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ความจริงหลัก” คือความจริงที่สามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ ได้จากการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันมาผสมผสานกัน ดังนั้นหลักการจึงเป็นกลุ่มของมโนทัศน์ คุณสมบัติของหลักการก็คือ จะต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

4) กฎ (Law) กฎ คือหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นข้อความที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เป็นข้อความที่สามารถแปลงเป็นรูป “ถ้า...ดังนั้น...” หรือ “if...then...” ได้ ดังนั้น จึงอาจเขียนในรูปของสมการแทนได้ เพราะสมการเป็นข้อความทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เนื่องจากกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงมีความจริงในตัวของมันเอง สามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

5) ทฤษฎี (Theory) ทฤษฎีคือความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้าง ๆ ทฤษฎีเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเอง มีลักษณะเป็นข้อความที่ใช้ในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ จุดมุ่งหมายของการสร้างทฤษฎีก็คือ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือกฎธรรมชาติ และทำนายปรากฏการณ์หรือกฎธรรมชาติ การที่จะยอมรับทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง อยู่ที่เงื่อนไข 3 ประการคือ

5.1) ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบาย กฎ หลักการ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ของเรื่องราวที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้

5.2) ทฤษฎีนั้นจะต้องนิรนัย (deduce) ออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้

5.3) ทฤษฎีนั้นจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

June 2014

6) สมมติฐาน (Hypothesis) สมมติฐานอาจไม่ถือว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นความรู้ที่ยังไม่ได้ตรวจสอบหรือรับรอง แต่สมมติฐานก็เป็นความจริงชั่วคราวที่อาจกลายเป็นกฎ หลักการ หรือทฤษฎีต่อไปได้ เมื่อได้รับการทดสอบยืนยัน ดังนั้นสมมติฐานจึงเป็นคำอธิบายหรือคำตอบล่วงหน้า ที่อาจเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาหรือสนใจ นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานขึ้นโดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ และความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน ข้อความของสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดสอบความถูกต้องโดยการสังเกตและ/หรือทดลอง

1.1.5 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Science)

Carin and Sund. (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2537 : 45 ; อ้างอิงจาก Carin and Sund. 1975. *Teaching Modern Science.*) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วยวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Method of inquiry) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude)

สำหรับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นแนวคิดในการแสวงหาความจริงจากธรรมชาติ โดยใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process skills) เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ทั้งนี้มีรายละเอียดที่น่าสนใจดังนี้

1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ความจริงจากธรรมชาติ จากการศึกษาประวัติและพัฒนาการของวิทยาศาสตร์พบว่า ในการศึกษาค้นคว้าความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงวิธีการในการค้นพบความจริงทางธรรมชาติอยู่ 3 ช่วง (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2536 : 45 – 47) ดังนี้ คือ

1.1) สมัยกรีกถึงคริสต์ศตวรรษที่ 16 วิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ จะให้ความสำคัญกับเหตุผลมากกว่าประสบการณ์ที่ได้จากประสาทสัมผัส และไม่ได้สนใจที่จะนำคณิตศาสตร์ที่มีความรู้อยู่แล้วมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าเลย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้คือวิธีการนิรนัย (Deduction) จากข้อความทั่วไปลงมาสู่ข้อความเฉพาะ

1.2) สมัยคริสต์ศตวรรษที่ 16 ถึง 19 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรก มีแนวทางในการศึกษาธรรมชาติสองแนวทางด้วยกัน แนวทางแรกเรียกว่า “แนวทางคณิตศาสตร์” โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการอธิบายธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ที่ใช้แนวทางนี้คือ “กาลิเลโอ” และ “เคพเลอร์” แนวทางที่สองเรียกว่า “แนวทางการทดลอง” กล่าวคือ การค้นหาความจริงของธรรมชาติด้วยวิธีสังเกตและทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูล แล้วใช้วิธีการอุปนัย (Induction) ลงข้อสรุปเป็นข้อความทั่วไป นักวิทยาศาสตร์ที่ใช้แนวทางดังกล่าว ได้แก่ “ฮาร์วี” และ “กิลเบิร์ต” แม้แต่ “กาลิเลโอ” ก็ใช้วิธีสังเกตและทดลอง แต่ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วย ต่อมาในช่วงปลาย นักวิทยาศาสตร์ได้ผสมผสานแนวทางทั้งสองเข้าด้วยกัน เป็นแนวทางผสม แนวทางดังกล่าวนี้เน้นความสำคัญของการสังเกตและการทดลองว่า อยู่ที่ขั้นต้นและขั้นปลายของการศึกษา ส่วนขั้นกลางนั้นพยายามใช้คณิตศาสตร์มาประกอบกับข้อมูล เพื่ออธิบายลักษณะของธรรมชาติ สรุปขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าตามแนวผสมมีดังนี้

ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลและทดลอง

ขั้นที่ 2 ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการตั้งสมมติฐานและทฤษฎี

ขั้นที่ 3 ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานหรือทฤษฎี

1.3) สมัยคริสต์ศตวรรษที่ 19 ถึงปัจจุบัน มีการเพิ่มเติมวิธีการศึกษาธรรมชาติ โดยมีการตั้งสมมติฐาน หรือทฤษฎีจากประสบการณ์ และจินตนาการของคนเป็นหลัก เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ โดยที่ไม่ได้มาจากข้อมูลโดยตรง หรือไม่มีการทดสอบยืนยันด้วยการทดลอง ดังเช่นในกรณีของ “ชาร์ลส์ ดาร์วิน” และ “ไอส์ไตน์”

จากประวัติวิวัฒนาการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ได้มีแนวคิดต่าง ๆ กันเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวกับขั้นตอนของวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ กลุ่มหนึ่งมีความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้นั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอน ส่วนอีกกลุ่มเห็นว่า แม้วิธีการที่ใช้แสวงหาความรู้ในวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจแตกต่างกันบ้าง แต่โดยภาพรวมแล้วมีลักษณะคล้าย ๆ กัน และสามารถที่จะจัดขั้นตอนได้ ซึ่งประกอบไปด้วย การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน และการลงข้อสรุปของการศึกษา องค์ประกอบของขั้นตอนเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นต้องใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ควรจัดเป็นขั้นตอนที่ตายตัว เพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนในการเขียนรายงานผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific report) นอกจากนี้ยังมีบางปัจจัยที่จำเป็นในกระบวนการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จินตนาการ และความคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) ดังเช่นในกรณีของ “อาร์คิมิดีส” และ “กาลิเลโอ” (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2536 : 47 – 48; เพียร ชัยขวัญ. 2536 : 36 – 54)

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

กระบวนการให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทั้ง การค้นคว้า การสังเกต และทดลอง ในขณะที่ทำการค้นคว้า สังเกต และทดลองนั้น ผู้สังเกตและทดลองได้มีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดด้วย เช่นฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills) (ภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 14)

สำหรับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น Gagne (1965 : 3); Kuslan and Stone (1968 : 229); Klopfer (1971 : 568 – 573) และ Perterson (1978 : 153) ได้ให้ความหมายและแสดงทัศนะเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ดังนี้ คือ “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” เป็นกระบวนการทางด้านสติปัญญา แต่ละกระบวนการเป็นทักษะทางปัญญาเฉพาะ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร Science A Process Approach (SAPA) ที่พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่า มีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบและค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อย่างไรบ้าง ของคณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission on Science Education) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science – AAAS) (1970 : 33 – 176) ซึ่งพบว่า มีทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้เป็น 13 ทักษะ แบ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science

Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้ คือ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

- 2.1) ทักษะการสังเกต (Observing)
- 2.2) ทักษะการวัด (Measuring)
- 2.3) ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)
- 2.4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 2.5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา
(Using Space/Space Relationships and Space/time Relationships)
- 2.6) ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (Organizing Data and Communication)
- 2.7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 2.8) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือบูรณาการ

- 2.9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
- 2.12) ทักษะการทดลอง (Experimenting)
- 2.13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

สำหรับคำอธิบายทั้ง 13 ทักษะมีดังต่อไปนี้

2.1) ทักษะการสังเกต

หมายถึง ความชำนาญในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมทั้งใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัส ข้อมูลประเภทที่สองคือ ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ อาจบอกได้โดยการกะประมาณ ข้อมูลเชิงปริมาณจะช่วยบอกรายละเอียดชัดเจนกว่าข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าวัยวุฒิความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิดขึ้น ดังนี้

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ดวงตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุและสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง

การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวหนังช่วยในการสังเกตถึงความหยาบ หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุ รวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่ามีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้เช่นลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

2.2) ทักษะการวัด

หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนหรือรายละเอียดของวัตถุหรือปรากฏการณ์ในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง
5. ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดและเลือกหน่วยที่แสดงจากการวัดได้อย่างเหมาะสม
6. คิดวิธีที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ ในกรณีที่ไม้อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณนั้น ได้โดยตรง
7. อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริง
8. บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม
9. บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้

2.3) ทักษะการใช้ตัวเลข

หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งปรากฏการณ์ นับตั้งแต่การนับ การคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ ตัดสินว่าของแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
2. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ และการหารปริมาณที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง
3. การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ และแสดงวิธีคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง
4. การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5. หากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผัน การสร้างสมการ มาสร้างเป็นสูตรได้

6. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบหน่วยได้อย่างถูกต้อง

2.4) ทักษะการจำแนกประเภท

หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์ หรือสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์ พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งของต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

2.5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

หมายถึง กระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและภาวะการณ์นั้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
2. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
4. ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้
5. บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ โดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุ กับเวลาได้

2.6) ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย

หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบที่คนอื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือใช้ภาษาเขียน ภาษาพูด บรรยาย หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

2. บอกเหตุผลในการนำเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น

3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

4. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทำครัดชัดเจน สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้สามารถวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าได้

2.7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายหรือเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจลงความเห็นหรือมีคำอธิบายได้หลายอย่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากประสบการณ์และความรู้เดิมต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การลงความเห็นนั้นต้องเป็นอย่างสมเหตุสมผลกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือข้อมูลที่สังเกตได้ ซึ่งจะถูกหรือผิดก็ได้ขึ้นอยู่กับ ความสามารถของผู้สังเกต ความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล และความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.8) ทักษะการพยากรณ์

หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์หรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน โดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบ รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษามาแล้วมาช่วยในการสรุป ผลการพยากรณ์จะถูกต้องหรือแม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียดและระมัดระวัง และการวัดที่ถูกต้องด้วย

การพยากรณ์ที่จะให้ผลได้อย่างมั่นใจที่สุด คือการพยากรณ์ที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น

การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating) เช่นการทำนายผลเชิงปริมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณ และนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

2.9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

หมายถึง ความชำนาญในการคิดหาคำตอบล่วงหน้า โดยยังไม่มีการตรวจสอบหรือทดสอบความถูกต้อง การตั้งสมมติฐานอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ข้อความที่เป็นคำตอบล่วงหน้า นี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่มีหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองหรือตรวจสอบ ดังนั้นสมมติฐานจึงเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปร ซึ่ง

อาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น นั่นคือตัวแปรไหนเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานควรตั้งให้ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. หากคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) และตัวแปรตาม

2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

3. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

2.10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

หมายถึง ความชำนาญในการสร้างคำนิยามกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น นิยามเชิงปฏิบัติการ มีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกตชัดเจน ไม่กำกวม และระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากาวัด ทดสอบ หรือการทดลอง

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้

2. แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่เชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

2.11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (ตัวแปรตาม) การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องและแน่นอน ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการจะศึกษาหรือไม่ ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ คือ ชีบ่งและกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ต่อไปนี้ได้

1. ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (Independent Variable or Responding Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable or Responding Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variable) คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

2.12) ทักษะการทดลอง

หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดการกับตัวแปรต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้นหรือเป็นกระบวนการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน คือ

2.12.1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริง การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปร รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสม การออกแบบการทดลองจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.12.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ และใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.12.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้รับการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

2. ระบุวัสดุ อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3. ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องแล้วคล่องและปลอดภัย

4. บันทึกผลการทดลองได้แล้วคล่องและถูกต้อง

5. สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง รวมทั้งอภิปรายผลว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

2.13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบจากชุดของข้อมูลที่จะอธิบาย เป็นความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลนั้นจะนำไปสู่การทำนาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลหรือการตั้งสมมติฐาน ส่วนการสรุปผลนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการสังเกตหรือการทดลองนั้น ๆ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

การนำเสนอแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยองค์ความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกการนำเสนอออกเป็น 5 หัวข้อย่อย เพื่อให้เห็นการ

ประสานสัมพันธ์กันนับตั้งแต่ ความเชื่อหรือข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ เจตคติทางวิทยาศาสตร์, คุณลักษณะซึ่งเป็นบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์, ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ซึ่งนำเสนอในหัวข้อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) นั้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบเหล่านี้ เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการคิดค้น แสวงหา และสร้างสรรค์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

เมื่อพิจารณาแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ร่วมกับลักษณะของวิชาฟิสิกส์ที่นำเสนอจะพบว่า สามารถนำไปพิจารณาเทียบเคียงสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมทั้งทางความคิดและการกระทำของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและแนวคิดในการพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสร้างข้อสรุปให้เห็นเป็น “นิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์” ได้ ดังนี้

นิยามความหมายของ “ความเป็นนักฟิสิกส์”

“ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ภายใต้อิทธิพลของความเชื่อที่ว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภพจะปรากฏขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง สามารถศึกษาทำความเข้าใจได้ เพื่อสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์หรือองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้อิทธิพลของความมุ่งมั่น ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ/หรือคุณลักษณะเฉพาะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์”

ผู้วิจัยได้นำนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าวมาวิเคราะห์ เพื่อให้สะท้อนภาพตัวตนของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์พบว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ตามนิยามความหมายดังกล่าวเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด สามารถสังเกตให้เห็นเป็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ได้ ดังที่ผู้วิจัยนำเสนอต่อไปนี้ คือ

ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์

ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นปรากฏการณ์ที่สะท้อนความเป็นตัวตนของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ หรือผู้กลายเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยสรุปจากนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ สะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดที่เกิดขึ้นกับบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ได้เป็น 3 ประการ คือ

1. ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ หมายถึง ความเชื่อของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยเชื่อว่า ปรากฏการณ์ทั้งหลายในเอกภพเป็นสิ่งที่อยู่จริง เกิดขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ ภายใต้อิทธิพลของเหตุผล และสามารถศึกษาทำความเข้าใจได้

2. ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง หมายถึง ระบบความคิดของบุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ในการคิดค้นคว้าแสวงหาความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือวิธีคิด หรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์จะมีลักษณะของแนวคิดดังนี้ คือ แนวคิดในเชิงการนิรนัย การอุปนัย แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (ตรรกศาสตร์) แนวคิดทางการทดลอง แนวคิดในการตั้งสมมติฐานหรือทฤษฎีจากประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งความคิดแบบหยั่งรู้ โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยให้ระบบความคิดประสบผลสำเร็จ

3. การเห็นคุณค่า (Value) ในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน หมายถึง การที่บุคคลผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ เห็นความสำคัญและสร้างสรรค์คุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน ซึ่งเป็นแบบของความประพฤติ หรือค่านิยมที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตนของนักวิทยาศาสตร์

ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว เป็นภาพสะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ที่นำไปสู่กระบวนการพัฒนาตนของนักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ โดยมีปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ทั้ง 3 ประการเป็นตัวชี้วัด แต่เพื่อให้ได้ภาพของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถแสดงออกให้เห็นได้ในลักษณะของพฤติกรรมที่บ่งชี้ รวมทั้งเพื่อให้ได้ภาพเงื่อนไขปัจจัยบางประการของกระบวนการหล่อหลอมบุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการพัฒนาตนกลายเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคล ซึ่งนอกจากจะช่วยให้เห็นพฤติกรรมที่เป็นธรรมชาติของนักฟิสิกส์แล้ว ยังช่วยฉายให้เห็นธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์อีกด้วย ผู้วิจัยจึงนำชีวประวัติของนักฟิสิกส์โลก “กาลิเลโอ กาลิเลอี” มาวิเคราะห์เพื่อสังเคราะห์สร้างเป็นพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ สำหรับใช้เป็นกรอบอ้างอิง และเทียบเคียงอธิบายพฤติกรรมและธรรมชาติของความเป็นนักฟิสิกส์และวิชาฟิสิกส์ ดังที่ได้นำเสนอต่อไปนี้

1.2 มองภาพชีวประวัติของนักฟิสิกส์โลก “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ...ภาพสะท้อนตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์

กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei : 1564 – 1642) เป็นนักฟิสิกส์ (นักปรัชญาธรรมชาติ) นักดาราศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ชาวอิตาลี บิดาของกาลิเลโอเป็นขุนนางชาวเมืองฟลอเรนซ์ ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ นักดนตรี และนักเขียนที่มีชื่อเสียงพอสมควร ชื่อ วินเซนซิโอ กาลิเลอี (Vincenzio Galilei) แต่มีฐานะยากจน กาลิเลโอ เกิดเมื่อ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1564 (พ.ศ. 2107) ที่เมืองปิซา (Pisa) ประเทศ อิตาลี (Italy) ถึงแก่กรรมเมื่อ วันที่ 8 มกราคม ค.ศ. 1642 (พ.ศ. 2185) ที่เมืองฟลอเรนซ์ (Florence) ประเทศอิตาลี ผลงานที่สำคัญของกาลิเลโอ คือ เป็นผู้เสนอกฎเพนดูลัม (Pendulum's Law) หรือกฎการแกว่งของลูกตุ้ม พิสูจน์ข้อเท็จจริงที่ว่าวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันจะตกถึงพื้นในเวลาพร้อมกัน เมื่อ ไม่มีแรงต้านจากอากาศ เป็นผู้วางกฎเกณฑ์ในวิชากลศาสตร์ พัฒนากล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง (Refracting Telescope) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้เขาค้นพบทางด้านดาราศาสตร์มากมาย เช่น พบลักษณะพื้นผิวของดวงจันทร์ พบลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างดาวเคราะห์ และดาวฤกษ์ พบองค์ประกอบในทางช้างเผือก (Milky Way) และเนบิวลา (Nebula) พบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี 4 ดวง พบวงแหวนของดาวเสาร์ซึ่งปรากฏให้เห็น 3 สี พบพื้นผิวของดาวศุกร์มีลักษณะคล้ายกับดวงจันทร์ พบจุดดำบนดวงอาทิตย์ (Sun Spot) พบดาวหาง 3 ดวง ส่งผลให้วิชาการด้านดาราศาสตร์เจริญก้าวหน้า นอกจากนี้เขาได้ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานหลายเรื่อง โดยมีชื่อเรื่องที่ได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษดังต่อไปนี้ คือ Hydrostatic Balance., Centre of Gravity of Solid., Starry Messenger., Letters on the Solar Spot., Dialogue Concerning the Two Chief World Systems-Ptolemaic and Copernican. และ Dialogue concerning to New Sciences.

การที่ผู้วิจัยนำชีวประวัติของ “กาลิเลโอ” มาแนะนำเสนอนั้น เพราะต้องการใช้เป็นภาพสะท้อนตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ และต้องการฉายให้เห็นพฤติกรรมและธรรมชาติของนักฟิสิกส์ และวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งผู้วิจัยจะใช้ชีวประวัติของ “กาลิเลโอ” เป็นกรอบแนวคิดในการสังเคราะห์ “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” เพื่อใช้เป็น

ภาพสะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ให้ปรากฏเด่นชัดขึ้น ทั้งนี้เพราะเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่า “กาลิเลโอ” เป็นผู้ปฏิวัติความคิด ในการศึกษาทางด้านฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เป็นผู้เปิดศักราชแนวคิดในการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ กาลิเลโอยังเป็นบุคคลที่มีความคิดเห็นอย่างอิสระ มีความกล้าหาญอย่างมากในการเสนอแนวคิดต่าง ๆ ที่ค้านกับแนวคิดเดิม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้เขาต้องประสบกับสภาวะกดดันนานัปการ การต่อสู้ทางความคิด และการนำเสนอข้อเท็จจริงทางธรรมชาติด้วยแนวทางการแสวงหาความรู้ความจริงเชิงประจักษ์ เป็นผลให้เขาต้องประสบกับปัญหาชีวิต ด้วยการถูกกล่าวหาว่า เป็นพวกนอกรีตต่อต้านคำสั่งสอนของศาสนา ต้องถูกสอบสวนทรมานให้แก้ไขคำสอน ถูกห้ามเผยแพร่ข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ถูกกักขังที่บริเวณ แต่สิ่งเหล่านี้ก็ได้ทำให้เขาเกิดความท้อถอยหยุดยั้งการค้นคว้าทดลองทางด้านฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์ธรรมชาติแต่อย่างใด กลับเป็นแรงบันดาลใจกระตุ้นให้เขาพยายามคิดค้นหาวิธีการศึกษาข้อความจริงนั้นให้แจ่มแจ้งเพื่อใช้ในการอธิบายเหตุผลได้ตอบลบล้างแนวคิดเดิมที่ไม่ถูกต้องชัดเจน ส่งผลให้เกิดการก้าวรุดหน้าทางวิชาการ กาลิเลโอมีแนวคิดของการแสวงหาสัจพจน์ที่แปลกแตกต่างจากคนอื่นเสมอ เขาจะยอมรับแนวคิดหรือทฤษฎีใดก็ต่อเมื่อได้ทำการทดลอง ตรวจสอบ พิสูจน์ข้อเท็จจริงเสียก่อน ด้วยลักษณะนิสัยเช่นนี้ทำให้เขาได้รับฉายาว่า “The Wrangler” ซึ่งฉายาของกาลิเลโอดังกล่าวนี้ในปัจจุบันได้ถูกนำไปใช้ในความหมาย “ผู้เชียวชาญ” ในมหาวิทยาลัยออกซฟอร์ด (Oxford University) และ มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ (Cambridge University) อาจกล่าวได้ว่าในยุคสมัยของกาลิเลโอนั้น เป็นยุคแห่งการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Revolution) (ทวี มุขระโกษา และคนอื่น. 2532 : 29; ศิริวรรณ คุ่มโก้. 2544 : 33; John Walton. 1958 : 7)

เมื่อเริ่มเข้าสู่ยุคสมัยของกาลิเลโอนั้น ประวัติศาสตร์ของยุโรปพียงผ่านพ้นยุคมืดทางวิชาการ (Dark Age) ทั้งนี้ตามประวัติศาสตร์ของยุโรปนั้น ยุคกลางถือว่าเป็นยุคมืดทางวิชาการ เพราะความก้าวหน้าทางวิชาการหยุดชะงักลง คริสต์ศาสนามีบทบาทต่อวิถีชีวิตและการปกครองมาก ผู้คนให้ความสนใจทางศาสนาและการประกอบพิธีกรรมมากกว่าการสร้างสรรคผลงานทางวิชาการ จนกระทั่งศตวรรษที่ 15 จึงสิ้นสุดลง แต่ปีที่สิ้นสุดนั้นนักประวัติศาสตร์บางท่านก็ถือว่า ปี ค.ศ. 1453 (พ.ศ.1996) คือปีที่กรุงคอนสแตนติโนเปิล (Constantinople) ถูกพวกเตอร์ก (Turk) ทำลาย บางท่านถือว่า ปี ค.ศ. 1457 (พ.ศ. 2000) ซึ่งเป็นปีที่ชาวเยอรมัน ชื่อ โจฮันน์ กูเตนเบอร์ก (Johann Guttenberg) สามารถประดิษฐ์เครื่องพิมพ์ขึ้นเป็นครั้งแรก แต่บางท่านถือว่า ปี ค.ศ. 1492 (พ.ศ. 2035) ซึ่งเป็นปีที่ คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส (Christopher Columbus) ค้นพบทวีปอเมริกา เป็นปีสิ้นสุดยุคกลาง และเริ่มต้นประวัติศาสตร์สมัยใหม่ ยุโรปเริ่มให้ความสนใจศึกษาศิลปวิทยาของกรีกและโรมันกันอีกครั้ง เรียกว่า “สมัยฟื้นฟูศิลปวิทยาการ” (Renaissance) ซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อ (Transition) ระหว่างสมัยกลางและสมัยใหม่ โดยที่สภาพสังคมของยุโรปในสมัยฟื้นฟูศิลปวิทยาการนั้นไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากสมัยกลางโดยสิ้นเชิง (อัชยา โกมลกาญจน และคณะ. 2520 : 218 - 242) ศิลปวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการรื้อฟื้นและได้รับความสนใจมากคือ คณิตศาสตร์ ดาราศาสตร์ และการแพทย์ เมื่อเริ่มต้นยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการใหม่ ๆ นั้น ถือได้ว่าอิตาลีเป็นถิ่นกำเนิดของการฟื้นฟูศิลปวิทยาการ ทั้งนี้เนื่องมาจากในสมัยสงครามครูเสด (Crusade) นั้น อิตาลีเป็นเมืองผ่านของบรรดาพ่อค้า และผู้ที่เดินทางไปทำสงคราม มีผลทำให้บรรดาเมืองต่าง ๆ ที่เป็นทางผ่านในอิตาลี เช่น เวนิส (Venice) ฟลอเรนซ์ (Florence) มิลาน (Milan) และปิซา (Pisa) เจริญมั่งคั่งขึ้นอย่างรวดเร็ว บรรดาพ่อค้าที่มั่งคั่งเหล่านี้เองที่ก่อให้เกิดการเร่งร่ำให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางการเมือง การปกครอง และวิถีชีวิตความเป็นอยู่ นอกจากนี้แรงกระตุ้นที่ทำให้เกิดการฟื้นฟูศิลปวิทยาการอีกประการคือ เมื่อ โจฮันน์ มุลเลอร์ (Johann Muller : 1436-1476) หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า “เรจิโอมอนตานุส” (Regiomontanus) ชาวเยอรมัน

ซึ่งทำงานอยู่ที่อิตาลี ได้ศึกษาและแปลงานของปโตเลมี (Ptolemy), อาร์คิมิดีส (Archimedes) และอพอลโลนีอัส (Apollonius) ส่งผลให้เกิดความตื่นตัวทางวิชาการ และความต้องการพิสูจน์ทดลองข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มีต่อความเชื่อเหล่านั้น อาทิเช่น คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส (Christopher Columbus : 1451-1506) นักเดินเรือและนักสำรวจชาวอิตาลี เป็นผู้ต้องการจะพิสูจน์ความเชื่อของคนส่วนมากในสมัยนั้น ซึ่งได้แนวคิดจากตำรากรีกโบราณว่าโลกกลม ทำให้เขาทดลองเดินเรือรอบโลกและในที่สุดเขาก็พบทวีปอเมริกาในปี ค.ศ. 1492 (พ.ศ. 2035) อเมริโก เวสปุชชี (Amerigo Vespucci. : 1451-1512) นักเดินเรือและนักสำรวจชาวอิตาลี ได้ทดลองเดินเรือข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกตอนใต้เมื่อปี ค.ศ. 1499 (พ.ศ. 2042) เพื่อสำรวจชายฝั่งของทวีปอเมริกาใต้

สำหรับสภาพทั่วไปของอิตาลีในขณะนั้น อิตาลีเป็นศูนย์กลางของคริสต์ศาสนา ศูนย์กลางอำนาจของศาสนจักรตั้งที่กรุงโรม (Rome) และเป็นช่วงจังหวะเดียวกันที่ทางคริสตศาสนากำลังแยกเป็นสองนิกาย นิกายเดิม คือ นิกายโรมันคาทอลิก (Roman Catholic) มีสันตะปาปาเป็นองค์ประมุขประทับที่กรุงโรม และนิกายใหม่คือ โปรเตสแตนต์ (Protestants) ที่ก่อตั้งขึ้นเนื่องจากมาร์ติน ลูเธอร์ ผู้นำปฏิรูปเยอรมันและกลุ่มผู้สนับสนุนได้ออกคำคัดค้าน (Protest) มติของที่ประชุมคาทอลิกที่สไปร์ (Spires) ในปี ค.ศ. 1529 (พ.ศ. 2072) เป็นเหตุให้มีกลุ่มเยซูอิต (Jesuits) เกิดขึ้นโดยอนุมัติจากองค์สันตปาปา มีจุดประสงค์เพื่อที่จะต่อต้านนิกายใหม่และดึงกลุ่มโปรเตสแตนต์กลับคืน นอกจากนี้กลุ่มเยซูอิตยังมีอำนาจสามารถนำตัวบุคคลที่มีความเห็นขัดแย้งกับลัทธิศาสนา นิกายโรมันคาทอลิกเข้าสู่การพิพากษาของศาลศาสนา (Inquisition) ได้ เมื่อศาลพิพากษาประการใดแล้ว เป็นหน้าที่ของฝ่ายบ้านเมืองที่จะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามคำพิพากษานั้น ซึ่งโดยปกติผู้ต้องโทษมักถูกริบทรัพย์ และเผาทั้งเป็นในที่สาธารณะ ในส่วนของการปกครอง ประเทศอิตาลีในสมัยนั้น แบ่งเป็นแคว้นต่าง ๆ เป็นอิสระต่อกัน ส่วนที่เป็นราชอาณาจักร (Kingdom) มีพระราชูปถัมภ์ ในส่วนที่เป็นแคว้นเจ้าผู้ปกครองมีตำแหน่งเป็นดัชชี (duchy) และบางแคว้นมีเจ้าผู้ปกครองที่ได้รับแต่งตั้งเรียกว่า ดยุก (Duke) มีศักดิ์ฐานะต่ำกว่าพระราชานึ่งขึ้น สำหรับตำแหน่งดยุกในแคว้นเวนิสและเจนัวเรียกว่า โดจ (Doge) สำหรับโดจแห่งเวนิสนั้นค่อนข้างจะเป็นอิสระจากกลุ่มเยซูอิต และอิทธิพลของกรุงโรม ทำให้การบริหารงานทางวิชาการของมหาวิทยาลัยปาต้าว (University of Padua) ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองปาต้าว ในแคว้นเวนิสได้รับการคุ้มครองและมีอิสระมากพอในการแสดงแนวคิดหรือเผยแพร่ผลงาน ในสมัยนั้นมหาวิทยาลัยปาต้าวเป็นมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงมากในอิตาลีและยุโรป ถือได้ว่าเป็นศูนย์รวมความเจริญรุ่งเรืองทางด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์ มีนักศึกษาจากทั่วทั้งยุโรปเข้ามาศึกษาหรือฟังการแสดงปาฐกถาที่นี้เสมอ อาทิเช่น นิโคไลส โคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus. 1473 - 1543) นักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์; วิลเลียม ฮาร์วี (William Harvey. 1578 - 1657) แพทย์ชาวอังกฤษ

ชีวิตในวัยเด็กของกาลิเลโอได้รับการศึกษาเบื้องต้นที่บ้าน เขามีความสามารถพิเศษทางด้านดนตรี สนใจในด้านศิลปะภาพเขียน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แต่บิดาของเขาไม่สนับสนุนในเรื่องนี้ เพราะเห็นว่าวิชาเหล่านี้ไม่ช่วยให้บุตรของตนร่ำรวยได้ บิดาของกาลิเลโอต้องการให้กาลิเลโอเป็นพ่อค้าผ้า แต่เขาไม่ชอบและไม่มีความสามารถทางธุรกิจ เขาจึงพยายามเกลี้ยกล่อมบิดาของเขา จนในที่สุดก็ได้รับอนุญาตให้เข้าศึกษาทางการแพทย์และปรัชญา ณ มหาวิทยาลัยปิซา (University of Pisa) เมืองปิซา แคว้นทัสกันนี (Tuscany) ประเทศอิตาลีนั่นเอง ทั้งนี้เพราะบิดาของเขาเห็นว่าอย่างไรก็เป็นอาชีพที่มีรายได้ดีและเป็นที่ยกย่องของคนทั่วไป แต่ปรากฏว่ากาลิเลโอต้องประสบกับปัญหาไม่ลงรอยกับอาจารย์ที่สอนเขาบ่อย ๆ โดยเขามักมีความคิดเห็นขัดแย้งกับอาจารย์ผู้สอน และเกิดการโต้เถียงแสดงความคิดเห็นขัดแย้งเสมอ สาเหตุเนื่องมาจากขณะนั้นอาจารย์ผู้สอนมักยึดถือแนวคิดตามตำรากรีกโบราณ ซึ่งกาลิเลโอมักซักถามและนำไปตรวจสอบทดลองจนเกิด

ผลขัดแย้ง เขามักจะตั้งข้อสงสัยในแนวคิดที่สั่งสอนต่อ ๆ กันมา เพราะเขาเห็นว่าสิ่งที่ขอมรับแนวคิดหรือทฤษฎีใดควรมีการทดลองปฏิบัติเสียก่อน นิสัยชอบขัดแย้งกับอาจารย์ผู้สอนของกาลิเลโอ ทำให้เพื่อน ๆ ของเขาตั้งสมณนามให้เขาว่า “Wrangler” (John walton. 1958 : 7) ด้วยเหตุนี้จึงมีอาจารย์จำนวนมากในมหาวิทยาลัยปิซาที่รู้สึกไม่ชอบเขา เพราะเห็นว่าคิ้ววัยเพียง 17 ปีก็มุ่งที่จะคิดค้นหาวิธีทดสอบทฤษฎีที่อาจารย์สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้รับการยอมรับจากนักปราชญ์โบราณมานับพันปีเป็นสิ่งที่ไม่สมควร และมีความเห็นว่ากาลิเลโอยึดติดกับแนวคิดของตนเองมากเกินไป

ผลงานการค้นพบกฎเกณฑ์ของธรรมชาติในครั้งแรกของกาลิเลโอคือ การค้นพบหลักการแกว่งของลูกตุ้ม (Pendulum) ที่ว่า “ช่วงเวลาในการแกว่งครบรอบขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นเชือกที่แขวนลูกตุ้ม ไม่ได้ขึ้นกับช่วงกว้างหรือช่วงแคบของการแกว่งและไม่ขึ้นกับน้ำหนักของลูกตุ้ม” กาลิเลโอได้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการค้นพบครั้งนี้ว่า “กฎเพนดูลัม” เขาได้นำหลักการจากการค้นพบนี้มาสร้างเครื่องจับเวลา เพื่อใช้ในการตรวจจับจังหวะการเดินของชีพจร [ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ.1656 คริสเตียน ฮอยเกนส์ (Christian Huygens) ได้นำกฎเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างนาฬิกาลูกตุ้ม] ในการค้นพบและศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติในครั้งนี้มีเรื่องเล่าว่า เกิดขึ้นในขณะที่กาลิเลโอมีอายุได้ 17 ปี (ม.ร.ว. แสง โสม เกษมศรี. 2498 : 20; John walton. 1958 : 4) ขณะที่กาลิเลโอกำลังอยู่ในโบสถ์ประจำเมืองปีซานั้น เขาสังเกตเห็นโคมไฟที่แขวนด้วยโซ่ยาวลงมาจากหลังคาจะแกว่งไกวไปมาขณะที่ถูกลมพัด เขารับรู้และรู้สึกได้ว่า เมื่อลมหยุดพัดโคมไฟก็จะแกว่งช่วงระยะแคบเข้า ๆ จนหยุดนิ่ง โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการแกว่งกลับไปกลับมาตั้งแต่การแกว่งช่วงกว้างจนกระทั่งช่วงแคบนั้น ใช้ช่วงเวลาเท่ากันทุกรอบ แต่เนื่องจากเขาเป็นคนที่ชอบการทดลองพิสูจน์ข้อเท็จจริงไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ ดังนั้นเขาจึงทดลองจับเวลาของการแกว่งไปมาของโคมไฟนั้น ไม่ว่าจะมีส่วนกว้างหรือแคบก็ตามจะต้องใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ โดยเทียบกับจังหวะการเดินของชีพจรหลาย ๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าเป็นไปตามที่เขาคิด จากนั้นเขาได้นำข้อค้นพบของเขามาออกแบบทดลองซ้ำอีกครั้งที่บ้าน เขาใช้ก้อนหินมาผูกเชือกแล้วนำไปแขวนไว้แล้วปล่อยให้แกว่งโดยอิสระ เขาจับเวลาในการแกว่งแต่ละรอบโดยการเคาะจังหวะตามการเดินของชีพจร ปรากฏว่าผลการทดลองเหมือนกับที่เขาพบมาคือ เวลาในการแกว่งแต่ละรอบจะเท่ากันหมด และช่วงการแกว่งจะค่อย ๆ แคบลงและหยุดไปในที่สุด เพื่อการพิสูจน์ให้ชัดเจน กาลิเลโอได้ใช้ก้อนหินหรือวัตถุหลาย ๆ ชนิดที่มีขนาดและน้ำหนักต่าง ๆ กัน ทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และใช้ความยาวเชือกที่นำมาผูกต่าง ๆ กัน การทดลองเพื่อศึกษาของกาลิเลโอในครั้งนี้ทำให้เขาค้นพบว่า คาบ (Period) หรือช่วงเวลาของการแกว่งครบรอบนี้จะขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นเชือก ไม่ได้ขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการแกว่งและขนาดของน้ำหนักที่นำมาผูกเลย (สุพล บริพันธ์. 2519 : 16) ข้อค้นพบในครั้งนี้ได้นำไปสู่การทดลองเกี่ยวกับการตกลงสู่พื้นโดยอิสระของวัตถุที่มีขนาดน้ำหนักต่างกันในเวลาต่อมาอีกด้วย

ในช่วงแรกที่กาลิเลโอเรียนที่มหาวิทยาลัยปีซานั้นเขาไม่ได้เรียนคณิตศาสตร์เลย ครั้งหนึ่งในขณะที่เขาอายุได้ 19 ปี ได้มีอาจารย์คณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงคนหนึ่งชื่อ ริชชี (Ricci) มาเยี่ยมมหาวิทยาลัยปิซา และแสดงปาฐกถาทงคณิตศาสตร์ บังเอิญกาลิเลโอผ่านไปได้ยินเข้าเขาสนใจมาก แต่เนื่องจากเขาไม่ใช่ศิษย์ทางคณิตศาสตร์ เขาจึงยืนฟังอยู่แค่ประตู เขาชอบกระทำดังนี้หลายครั้งและเกิดความประทับใจในคณิตศาสตร์ จนกระทั่งเมื่อเขามีความกล้าและความมั่นใจมากพอเขาได้เข้าพบริชชี ริชชีเห็นความตั้งใจของกาลิเลโอจึงได้แนะนำสั่งสอนคณิตศาสตร์ให้ เหตุการณ์ครั้งนี้ได้จูงใจชักนำไปให้กาลิเลโอเปลี่ยนสาขาการเรียน โดยหันไปเรียนในสาขาวิชาปรัชญาธรรมชาติแทนการเรียนทางการแพทย์ โดยเรียนคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

ในปี ค.ศ. 1585 (พ.ศ. 2128) ขณะที่กาลิเลโอมีอายุได้ 21 ปี เขาต้องออกจากมหาวิทยาลัยปิซาด้วยความจำเป็นทางการเงิน และได้ย้ายจากเมืองปิซาไปอาศัยอยู่ในเมืองฟลอเรนซ์ และได้เข้าศึกษาต่อที่สถาบันฟลอเรนทีน (Florentine Academy) พร้อม ๆ กับพยายามศึกษาด้วยตนเอง ในระหว่างนี้เองที่กาลิเลโอได้สร้างสรรค์ผลงานชิ้นมาอีกครั้ง โดยในปี ค.ศ. 1586 (พ.ศ. 2129) กาลิเลโอได้ตีพิมพ์ผลงานชุดแรกของเขาในขณะที่มีอายุได้ 22 ปี เป็นผลงานเกี่ยวกับเรื่องตาชั่ง ที่เรียกว่า Hydrostatic Balance และอีกเล่มหนึ่งเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางของของแข็ง (Centre of Gravity of Solid) ทำให้เขามีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักมากขึ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1588 (พ.ศ. 2131) แกรนด์ดยุก (Grand Duke) เจ้าผู้ครองแคว้นทัสกันนี (Tuscany) ได้เชิญให้กาลิเลโอเข้าดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยปิซา ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่เขาเคยเรียน ด้วยวัยเพียง 24 ปี (เมืองฟลอเรนซ์ และเมืองปิซา อยู่ในแคว้นทัสกันนี เจ้าผู้ปกครองคือแกรนด์ดยุก)

ณ มหาวิทยาลัยปิซา กาลิเลโอพบว่าตนมีความคิดเห็นขัดแย้งไม่สามารถลงรอยกับศาสตราจารย์ของมหาวิทยาลัยหลายคน เนื่องจากข้อขัดแย้งทางความคิด โดยศาสตราจารย์เหล่านั้นมีความเชื่อว่าบรรดากฎวิทยาศาสตร์ทั้งหลายที่อริสโตเติล (Aristotle : C.384 – C.322 B.C.) นักปรัชญาชาวกรีก แดลงไว้ นั้นถูกต้องทั้งหมด เพื่อทำการตรวจสอบข้อเท็จจริงในเรื่องนี้ ในปี ค.ศ. 1591 (พ.ศ. 2134) ขณะที่กาลิเลโอมีอายุได้ 27 ปี เขาได้ทำการทดลองพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่ว่า “วัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันจะตกถึงพื้นในเวลาพร้อมกัน เมื่อไม่มีแรงต้านจากอากาศ” ทั้งนี้เพราะจากทฤษฎีของอริสโตเติลกล่าวไว้ว่า “วัตถุหนักจะตกถึงพื้นก่อนวัตถุที่มีน้ำหนักเบา” เมื่อกาลิเลโอได้ทำการทดลองแล้วปรากฏว่าวัตถุที่มีน้ำหนักมากและวัตถุที่มีน้ำหนักเบาจะตกถึงพื้นพร้อมกัน ซึ่งการที่อริสโตเติลสรุปทฤษฎีเช่นนั้นเพราะอากาศจะออกแรงกระทำต่อวัตถุ ขนาดของแรงกระทำของอากาศที่กระทำต่อวัตถุแต่ละอย่างนั้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงกระทำต่อขนาดของพื้นที่ผิวของวัตถุ ซึ่งถ้าทำการทดลองในสุญญากาศจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันจะตกถึงพื้นในเวลาพร้อมกัน การทดลองของกาลิเลโอดังกล่าว ไชมอน สเตนวินัส (Simon Stevinus. หรือ Stevin: 1548 – 1620) นักคณิตศาสตร์และวิศวกรชาวเนเธอร์แลนด์ ได้ทำการทดลองมาก่อนแล้ว ในปี ค.ศ. 1586 (พ.ศ. 2129) ก่อนกาลิเลโอ 5 ปี ส่วนกาลิเลโอ นั้นได้ทำการทดลองเพื่อยืนยันและสามารถให้คำอธิบายได้ด้วยหลักการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อกาลิเลโอชี้แจงเรื่องดังกล่าวให้ทางมหาวิทยาลัยทราบ ปรากฏว่ามีทั้งคนเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย เขาจึงทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง และเพื่อให้ทุกคนเห็นได้ชัดเจน เขาได้ทำการทดลองทั้งก้อนตะกั่วทรงกลมหนัก 10 ปอนด์ กับ 20 ปอนด์ ลงจากหอคอยเมืองปิซา (ทวิ มุขระ โภษา และคนอื่น. 2532 : 102) ท่ามกลางสายตาผู้ชมจำนวนมาก การทดลองของกาลิเลโอประสบความสำเร็จแต่เขาก็ได้สร้างศัตรูขึ้นมาจำนวนมาก

ผลของการทดลองเรื่องการตกของวัตถุทำให้กาลิเลโอค้นพบในภายหลังว่า วัตถุหนักและเบานอกจากจะตกถึงพื้นในเวลาเดียวกันแล้วยังมีความเร็วเพิ่มขึ้นทุก ๆ วินาที ทั้งนี้กาลิเลโอได้ทำการทดลองศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างเวลากับระยะทาง แต่เนื่องจากการตกลงสู่พื้นของวัตถุมีความเร็วมากเกินกว่าที่สายตามนุษย์จะสังเกตเห็นได้ เขาจึงได้ออกแบบการทดลองเพื่อลดความเร็วในการตกของวัตถุ โดยการนำลูกบอลที่ทำด้วยวัสดุหลาย ๆ ชนิดให้กลิ้งลงมาตามระนาบเอียง แทนการตกลงมาตามแนวตั้ง ดังนั้นเวลาในการตกลงมาของลูกบอลจึงขึ้นกับระดับความชันของระนาบเอียง กาลิเลโอใช้น้ำพิกาน้ำซึ่งมีรู ปล่อยให้ น้ำไหลออกมา แล้วนำน้ำที่ไหลออกมาไปชั่ง ทำให้เขาสามารถหาตำแหน่งของลูกบอลทุก ๆ ช่วงเวลาที่เท่ากันได้ ผลการทดลองเรื่องการตกของวัตถุ สอดคล้องกับผลการคำนวณทางทฤษฎี เขาจึงสรุปได้ว่าเหตุวัตถุทั้งหลายที่ตกลงมาในระยะทางเท่ากันจะใช้เวลาเท่ากัน โดยระยะทางจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับกำลังสองของเวลาที่ตก

และอัตราเร็วในการตกของเทหวัตถุจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับเวลาด้วย นอกจากนั้นกาลิเลโอยังค้นพบอีกว่า ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวระดับโดยอิสระไปในอากาศวัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง “โพรเจกไทล์” ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้จากการยิงปืนใหญ่ กาลิเลโอได้แสดงให้เห็นด้วยการอธิบายการเคลื่อนที่พร้อม ๆ กันทั้งสองทิศทาง คือในแนวระดับที่ปราศจากแรงตกลงสู่พื้นโลก วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และในแนวตั้งที่มีแรงตกลงสู่พื้นโลกกระทำ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ เป็นการเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง ทั้งนี้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวจะเท่ากัน นับได้ว่ากาลิเลโอได้นำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งต่อมาภายหลังกาลิเลโอได้เขียนไว้ในหนังสือชื่อ “Dialogue Concerning to New Sciences” (สุพล บริพันธ์, 2519 : 20 – 23)

การทดลองพิสูจน์เรื่อง “การตกของวัตถุ” ได้ก่อให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ว่า วิธีการบรรยายของกาลิเลโอ นั้นเป็นไปในลักษณะทับถมและโจมตีผู้อื่น และได้สร้างความเกลียดชังให้เกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ที่นิยมนับถืออริสโตเติล อย่างเหนียวแน่น ตลอดจนบรรดานักปราชญ์ที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกับวิธีการศึกษาของเขา ทำให้กาลิเลโอรู้สึก อึดอัดใจมาก ดังนั้นในปี ค.ศ. 1592 (พ.ศ. 2135) เขาจึงตัดสินใจลาออกจากมหาวิทยาลัยปิซา ไปเป็น ศาสตราจารย์สอนที่มหาวิทยาลัยปาตัว (Padua) ซึ่งโคซแห่งแคว้นเวนิสได้ต้อนรับเขาด้วยความยินดี และ ประทานเงินเป็นค่าตอบแทนในตำแหน่งศาสตราจารย์แห่งมหาวิทยาลัยปาตัวจำนวนมาก ทำให้ชีวิตความเป็น อยู่ของกาลิเลโอดีขึ้น และกาลิเลโอยังพบว่า ณ ที่แห่งนี้มีบรรยากาศทางด้านวิชาการที่ดี เขามีลูกศิษย์มากมายหลายชนชั้น รวมทั้งคฤศและเจ้าชาย และยังพบว่ามีผู้นิยมฟังการแสดงปาฐกถาของเขา บางครั้งเขาต้องแสดง ปาฐกถากลางแจ้ง เนื่องจากห้องโถงที่ใช้แสดงปาฐกถาไม่สามารถรองรับจำนวนผู้ฟังได้ เขาอยู่ทำการสอนและ ทดลองค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ โดยเฉพาะทางด้านกลศาสตร์ (Mechanics) ณ มหาวิทยาลัย ปาตัว นานถึง 18 ปี

ขณะเดียวกัน ในระยะนั้นได้มีผู้นำเอาทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส (Nicolaus Copernicus : 1473 – 1543) นักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์ (Poland) ที่กล่าวว่า “ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของจักรวาล โลกและดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์” ขึ้นมาถกเถียงกันมาก จนกระทั่งได้เกิดเรื่องเศร้าสลดใจกับ วงการวิทยาศาสตร์ เมื่อ จิโอรดาโน บรูโน (Giordano Bruno : 1548 – 1600) นักปรัชญาชาวอิตาลี ได้แสดงความคิดเห็น โดยพูดและเขียนความเชื่อที่มีต่อทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส เป็นเหตุให้ขัดกับหลักคำสอนของศาสนา อย่างรุนแรง จึงถูกลงโทษจับเผาไฟทั้งเป็นที่กรุงโรม เมื่อปี ค.ศ. 1600 (พ.ศ. 2143) แนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส ดังกล่าวขัดแย้งกับคำสั่งสอนทางคริสต์ศาสนาและความเชื่อของคนสมัยนั้นที่มีอยู่เดิมตามแนวคิดทฤษฎีของปโตเลมี (Ptolemy : C.90 – 168 A.D.) ที่สอนว่า “โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ที่มีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวอื่น ๆ เป็นบริวาร” ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับคำสอนของคริสต์ศาสนา โคเปอร์นิคัสทราบดีว่า ผลงานการศึกษา ค้นคว้าของตนมีความเห็นขัดแย้งกับคำสอนของศาสนาและความเชื่อที่มีอยู่เดิมตามทฤษฎีของปโตเลมี ดังนั้นเขา จึงเก็บผลการศึกษาค้นคว้าของเขา ซึ่งเขียนไว้ในหนังสือเล่มเล็ก ๆ เพื่อแจกในหมู่เพื่อนฝูงที่สนิท เมื่อปี ค.ศ. 1530 (พ.ศ. 2073) ในชื่อ “Commentariolus” ใช้นานถึง 13 ปี ไม่กล้าเผยแพร่ด้วยเกรงว่าจะได้รับอันตราย แต่ในที่สุดผลงานดังกล่าวได้ถูกตีพิมพ์เสร็จก่อนที่เขาจะเสียชีวิตเล็กน้อย ในชื่อว่า “On The Revolution of The Heavenly Bodies” หรือเรียกสั้นๆว่า “Revolutions” ซึ่งเมื่อตีพิมพ์เสร็จ ในปี ค.ศ.1543 (พ.ศ. 2086) เขาได้ตั้งไป ให้ องค์สันตะปาปาได้อ่าน โดยคิดจะผ่อนหนักให้เป็นเบา พร้อมทั้งเขียนไว้ในคำนำว่า เขาไม่ได้มีเจตนาที่จะ

เขียนหนังสือเล่มนี้ให้ขัดแย้งกับคำสั่งสอนของศาสนาเลย แต่เมื่อองค์สันตะปาปาได้อ่านแล้วก็ได้มีคำสั่งว่า ถ้าใครเชื่อตามหนังสือเล่มนี้จะลงโทษอย่างหนัก ซึ่งขณะนั้น โคเปอร์นิคัสได้เสียชีวิตไปแล้ว

กาลิเลโอมีความสนใจต่องานทางด้านดาราศาสตร์เช่นกัน โดยเฉพาะความเห็นระหว่างแนวคิดตามทฤษฎีของปโตเลมีและทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส ทำให้เขาต้องการพิสูจน์ข้อเท็จจริง แต่เขาขาดเครื่องมือที่จะทำการศึกษาดูตรวจสอบข้อเท็จจริงดังกล่าว อย่างไรก็ตามเขาได้สร้างโรงงานขึ้นมาในบริเวณบ้านของเขา เพื่อสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ไว้ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในปี ค.ศ. 1602 (พ.ศ. 2145) เขาได้ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์อากาศขึ้น แต่ก็สามารถบอกระดับอุณหภูมิได้เพียงสูงกว่าหรือต่ำกว่าเท่านั้น และในปี ค.ศ. 1609 (พ.ศ. 2152) เขาได้ทราบข่าวว่า ช่างทำแว่นตาชาวฮอลแลนด์ ชื่อว่า แฮน ลิปปเปอร์เชย์ (Han lippershey) สามารถประดิษฐ์กล้องส่องทางไกลขนาดเล็กได้สำเร็จ จากการพบโดยบังเอิญ ขณะนำเลนส์ 2 อัน มาวางซ้อนกัน เมื่อมองผ่านเลนส์ไปยังเข็มของบาร์อมิเตอร์ พบว่าเข็มมีขนาดใหญ่ขึ้นและใกล้เข้ามา ทำให้กาลิเลโอเกิดแรงบันดาลใจที่จะนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกล้องโทรทรรศน์ขึ้นใช้ศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ตามที่เขาดังใจไว้ เขาได้ใช้ความเพียรพยายามฝนเลนส์ด้วยตนเองประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงเป็นผลสำเร็จ ซึ่งกล้องโทรทรรศน์ตัวแรกของเขาแสดงภาพหัวตั้งมีกำลังขยาย 3 เท่า ซึ่งได้กลายเป็นสิ่งมหัศจรรย์แห่งเวนิส ต่อมา กาลิเลโอได้พัฒนากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ได้สูงสุดถึง 30 เท่า (ม.ร.ว. แสงโสม เกษมศรี. 2498 : 21 ; John Walton. 1958 : 16) เมื่อเขาใช้ส่องดูและเฝ้าสังเกตดวงดาวทำให้เขาค้นพบความจริงหลายประการ ผลจากการขยายขอบเขตในการมองและเฝ้าสังเกตธรรมชาติในครั้งนี้ ทำให้กาลิเลโอค้นพบข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์หลายประการ สิ่งที่เขาพบได้ถูกบันทึกลงในสมุดบันทึกหนา 24 แผ่น และได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่ในปี ค.ศ. 1610 (พ.ศ. 2153) ในชื่อว่า "Starry Messenger"

ผลของการขยายขอบเขตในการเห็น และเฝ้าสังเกตดวงดาวของกาลิเลโอ ที่ปรากฏในบันทึกชื่อ "Starry Messenger" ที่ตีพิมพ์ออกเผยแพร่นั้นสรุปได้ดังนี้คือ เมื่อมองด้วยตาเปล่าเราจะพบว่าพื้นผิวของดวงจันทร์เรียบ ดังที่อริสโตเติลได้กล่าวไว้ แต่จากการเห็นด้วยกล้องโทรทรรศน์นั้นพบว่า พื้นผิวของดวงจันทร์ไม่เรียบ จะประกอบไปด้วยหลุมและภูเขาสูง ซึ่งสามารถคำนวณความสูงของภูเขาเหล่านั้นได้จากเงาที่ปรากฏ และบริเวณที่สะท้อนแสงสว่างเวลานั้น กาลิเลโอได้เรียกบริเวณดังกล่าวว่า เครเตอร์ (Crater) ซึ่งเชื่อว่า เกิดจากการปะทะของภูเขาไฟ เครเตอร์ใหญ่ ๆ ก่อนข้างกลมมีขอบสูง ตรงกลางอาจมียอดสูงขึ้นมา นอกจากนี้ภายในทางข้างเผือก และเนบิวลานั้น จะประกอบไปด้วยกลุ่มก๊าซและกลุ่มดาวฤกษ์จำนวนมากมาขมวดตัวกันอย่างหนาแน่น สำหรับดวงดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้านั้นสามารถจัดแบ่งได้เป็นดาวฤกษ์กับดาวเคราะห์ โดยที่ดาวฤกษ์จะเปล่งแสงสว่างออกมาจากภายในตัวดวง ส่วนแสงจากดาวเคราะห์นั้นจะเป็นแสงสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้เคียงเช่นเดียวกับดวงจันทร์ นอกจากนี้เขายังพบวงแหวนของดาวเสาร์ซึ่งมีสามสีแต่กาลิเลโอเข้าใจว่าเป็นดาว [ต่อมาในปี ค.ศ. 1655 (พ.ศ. 2198) คริสเตียน ฮอยเกนส์ ได้พิสูจน์ว่าเป็นวงแหวน และเรียกว่า "วงแหวนของดาวเสาร์" (Saturn's Ring)] และจากการเฝ้าสังเกตการปรากฏตัวของดาวพุธ ที่มีลักษณะและขนาดของตัวดวงเปลี่ยนแปลง ทำให้กาลิเลโอเริ่มให้ความสนใจแนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัสที่ว่า ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของสุริยจักรวาล

เมื่อวันที่ 7 มกราคม ค.ศ. 1610 (พ.ศ. 2153) กาลิเลโอได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ตรวจดูดาวพฤหัสบดีจากการเฝ้าสังเกต เขาพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีถึง 4 ดวง ซึ่งเขาได้ตั้งชื่อว่า "ซีเดรา เมดิซี (Sidera Medicea) เพื่อเป็นเกียรติแก่แกรนด์ดยุกแห่งทัสกันนี คอสโมที่ 2 (Grand Duke of Tuscany Cosimo II) ผู้ซึ่งเคย

เป็นลูกศิษย์ของเขา และได้เป็นเจ้านายของเขาในเวลาต่อมา และผลจากการเฝ้าติดตามสังเกตลักษณะปรากฏของดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี ทำให้กาลิเลโอพบว่า ดวงจันทร์เหล่านั้นโคจรรอบดาวพฤหัสบดี เนื่องจากจะปรากฏให้เห็นในตำแหน่งต่าง ๆ กัน สองดวงข้าง สามดวงข้าง สี่ดวงข้าง รอบ ๆ ตัวดวงของดาวพฤหัสบดีนั่นเอง จากการสังเกตปรากฏการณ์ของดวงจันทร์รอบ ๆ ดาวพฤหัสบดีดังกล่าว ทำให้กาลิเลโอตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และภายหลังการศึกษา กาลิเลโอได้ตั้งทฤษฎีว่า “ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยจักรวาล และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์” ตามแนวคิดของโคเปอร์นิคัส เพราะหากโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลแล้ว ดวงจันทร์ที่พบบรรอบดาวพฤหัสบดีเหล่านั้นต้องมาโคจรรอบโลก ไม่ใช่ไปโคจรรอบดาวพฤหัสบดี กาลิเลโอได้นำแนวคิดและข้อค้นพบดังกล่าวไปสอนศิษย์ของเขาอย่างกล้าหาญ และสอนวิธีการสร้างกล้องโทรทรรศน์สำหรับใช้ศึกษาทางดาราศาสตร์ เหตุการณ์เหล่านี้ได้สร้างความไม่พอใจให้กับเหล่าบุคคลที่ยังยึดติดกับแนวคิดและความเชื่อเดิมอย่างยิ่ง และพยายามดึงเรื่องของศาสนาเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยกล่าวหาว่ากาลิเลโอเผยแพร่คำสอนเพื่อสนับสนุนนิกายใหม่คือโปรเตสแตนต์ ด้วยการพยายามล้มล้างนิกายเดิม คือโรมันคาทอลิก แต่อย่างไรก็ตามโคซแห่งเวนิซได้เชิญให้กาลิเลโอไปแสดงและทดลองข้อค้นพบของเขาที่เมืองเวนิซ พร้อมให้ตั้งแสดงกล้องโทรทรรศน์ให้ได้ชมกัน ซึ่งปรากฏว่ามีผู้ให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก และเห็นจริงตามที่เขาแสดงแนวคิดไว้ แต่กลุ่มคนที่คัดค้านนั้นแม้ว่ากาลิเลโอเชื่อเชิญให้พวกเขาเหล่านี้ไปส่องกล้องพิสูจน์ดู พวกเขาก็ไม่ยินยอมและยังกล่าวด้วยว่ากาลิเลโอผิด พวกเขาไม่เคยพบดวงจันทร์อยู่รอบ ๆ ดาวพฤหัสบดีเลยแม้แต่ดวงเดียว เกี่ยวกับเรื่องนี้ กาลิเลโอได้เขียนจดหมายระบายความรู้สึกไปถึง โจฮันเนส เคพเลอร์ (Johannes Kepler : 1571-1630) ว่า “...พวกเหล่านี้ช่างโง่งม และนำหัวเราะเสียดใจจริง ดูราวกับกล้องของเราทำด้วยของวิเศษที่จะบันทึกลงให้ทุกสิ่งทุกอย่างมาปรากฏให้เห็นได้ง่าย ๆ อย่างนั้นแหละ...” (ทวี มุขระโกษา และคนอื่น. 2532 : 31) ผลการค้นพบข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์ของกาลิเลโอในครั้งนี้ โคซแห่งเวนิซได้เพิ่มคำตอบแทนในตำแหน่งศาสตราจารย์ให้กับเขา และแต่งตั้งให้เขาเป็นศาสตราจารย์ตลอดชีวิต

แต่ในช่วงปี ค.ศ. 1610 (พ.ศ. 2153) ปีเดียวกันนั่นเอง กาลิเลโอได้ตัดสินใจลาออกจากมหาวิทยาลัยปาต้าวไปอยู่ที่เมืองฟลอเรนซ์ เพื่อรับตำแหน่ง เป็นนักปราชญ์ นักคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญประจำราชสำนักของท่านแกรนด์ ดยุกแห่งทัสกันนี่ ณ ตำแหน่งใหม่กาลิเลโอไม่ได้สอนหนังสือ ทำให้เขามีเวลามากพอที่จะทำการค้นคว้าทดลอง และศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติและศึกษางานทางด้านดาราศาสตร์ แต่เขายังคงรับศิษย์ไว้ใกล้ชิดเพื่อช่วยเหลืองาน และรับเชิญไปแสดงปาฐกถาตามสถาบันและสมาคมต่าง ๆ หลายแห่ง แต่บรรยากาศทางด้านวิชาการ ณ สถานที่แห่งนี้แตกต่างจากแคว้นเวนิซ ซึ่งมีอิสระทางวิชาการมากกว่า ไม่ห้ามการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการค้นพบใหม่ ๆ แต่ที่แคว้นทัสกันนี่ เป็นแคว้นที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของกรุงโรม ดังนั้นกลุ่มเชลวูดและกลุ่มที่ยึดติดกับแนวคิดความเชื่อเดิมจึงพยายามหาช่องทางที่จะเล่นงานกาลิเลโอ และเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับที่กาลิเลโอกำลังเฝ้าติดตามสังเกตการณ์การปรากฏตัวของดาวศุกร์ ซึ่งเขามีสมมติฐานว่าดาวศุกร์น่าจะมีวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่อดาวศุกร์ปรากฏตัวดวงมีขนาดใหญ่ขึ้นมากเหมือนเป็นช่วงที่มีวงโคจรผ่านเข้ามาใกล้โลกมากที่สุด และผลการเฝ้าสังเกตของเขาก็เป็นจริง เมื่อดาวศุกร์ปรากฏให้เห็นจากลักษณะเดือนเพ็ญสว่างไสวขนาดเล็ก ซึ่งเป็นช่วงที่อยู่ไกลจากโลกมากที่สุดมาเป็นแสงสลัวลงและมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นช่วงที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุดนั่นเอง ข้อค้นพบเชิงประจักษ์ใหม่ ๆ เหล่านี้ยิ่งทำให้กลุ่มต่อต้านเขามีความต้องการที่จะให้เขายุติบทบาทการศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ ด้วยการปล่อยข่าวการแสดงข้อค้นพบของเขาเป็นไปในลักษณะของการดูหมิ่นศาสนา และกาลิเลโอเองก็ตระหนักในอันตรายของการต้องถูกจับไปให้

ศาลศาสนาชำระความ เขาจึงตัดสินใจขอเข้าพบองค์สันตปาปาเอง เพื่อชี้แจงข้อเท็จจริงในการค้นพบของเขาและความหมายแห่งการค้นพบเหล่านั้น เขาได้รับอนุญาตให้เข้าเฝ้าองค์สันตปาปา และได้รับการต้อนรับอย่างดี มีการแต่งตั้งนักปราชญ์แห่งกรุงโรมเข้ารับฟังการชี้แจงของเขา กาลิเลโอได้แสดงความจริงใจของเขาต่อหน้าองค์สันตปาปา แสดงถึงเจตนารมณ์ที่แท้จริงของเขาว่าต้องการให้ประชาชนเข้าใจความจริง ไม่ได้มีความมุ่งหมายจะขัดขวางหรือยุยงให้ผู้คนไม่เชื่อถือในศาสนา ซึ่งท่านเหล่านั้นก็ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ากาลิเลโอผิด ดังนั้น กาลิเลโอจึงได้รับการต้อนรับอย่างสมเกียรติจากผู้นำทางศาสนา ตลอดจนนักปราชญ์และนักวิทยาศาสตร์แห่งกรุงโรม และท่านเหล่านั้นก็ไม่มีใครขัดข้องที่จะรับแนวคิดใหม่ ๆ ทั้งยังได้ต้อนรับกาลิเลโอเข้าเป็นสมาชิกของสภา “Lynx-eyed” (John Walton. 1958 : 26) แต่อย่างไรก็ตาม ผลของการเยือนกรุงโรมของกาลิเลโอในครั้งนี้ เขาก็ยังไม่ปลอดภัยจากการถูกโจมตีจากพวกเยซูอิต และศาสนานายูเนียนเอง

ในปี ค.ศ. 1611 (พ.ศ. 2154) ในระหว่างที่กาลิเลโอยังอยู่ที่กรุงโรมเพื่อแก้ข้อกล่าวหาในเรื่องคหุมีนศาสนานั้น เขาได้แสดงการพบจุดดำบนดวงอาทิตย์หลายจุด และได้ตีพิมพ์เป็นหนังสือออกจำหน่ายในชื่อ “Letters on the Solar Spot” เนื้อหาในหนังสือเป็นเรื่องเกี่ยวกับจุดดำบนดวงอาทิตย์ ที่ปรากฏให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนตำแหน่ง เป็นการแสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ภายในตัวดวง ซึ่งเป็นเหตุให้กาลิเลโอตระหนักแน่ว่าดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง (John Walton. 1958 : 27) [ต่อมา ชเวเบอะ (Heinrich Schwabe,) เกสักรชาวเยอรมัน ได้ทำการบันทึกตำแหน่งของจุดดำ ระหว่าง ปี ค.ศ. 1825 (พ.ศ. 2368) ถึงปี ค.ศ. 1843 (พ.ศ. 2386) ทำให้พบว่าจุดดำบนดวงอาทิตย์มีวัฏจักรหนาแน่นที่สุดโดยเฉลี่ยทุก 11 ปี และแต่ละจุดมีเขตมืด (Umbra) อยู่ตรงกลาง และเขตมัว (Penumbra) ที่ขอบนอก แต่ละจุดมีขนาดเกือบเท่าโลกมักเกิดเป็นกลุ่ม ๆ อยู่แถบเส้นศูนย์สูตร ขณะที่ดวงอาทิตย์หมุนจุดนี้จะเคลื่อนที่ไปด้วย ทำให้ทราบว่าดวงอาทิตย์มีคาบการหมุนรอบตัวเองเท่ากับ 27 วัน (ปัจจุบันพบว่าดวงอาทิตย์มีคาบการหมุนรอบตัวเอง ทุกๆ 24.6 วัน ที่เส้นศูนย์สูตร) และในปี ค.ศ. 1908 (พ.ศ. 2451) เฮล (Gorge Ellery Hale) นักดาราศาสตร์ชาวสหรัฐอเมริกา สามารถตรวจสอบอำนาจแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์ได้ ทำให้เขาพบว่า จุดดำบนดวงอาทิตย์มีอำนาจแม่เหล็ก อันเกิดจากการไหลเคลื่อนของประจุไฟฟ้าในบรรยากาศของดวงอาทิตย์ และการที่เห็นจุดมีเขตมืด เพราะเป็นเขตที่มีสนามแม่เหล็กหนาแน่นที่สุด ดังนั้นจุดดำบนดวงอาทิตย์ จึงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอำนาจแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์นั่นเอง] นอกจากนี้กาลิเลโอยังแสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการโคจรของดวงดาว ซึ่งอธิบายในทัศนะเก่า และทัศนะใหม่เกี่ยวกับระบบสุริยะไว้ในหนังสือดังกล่าวด้วย สิ่งเหล่านี้ได้สร้างความไม่พอใจอย่างมากต่อกลุ่มแนวความคิดเก่า เป็นเหตุให้กลุ่มบุคคลที่ยึดติดกับแนวคิดของอริสโตเติลและปโตเลมี เริ่มต่อต้านอย่างรุนแรง และให้การยุยงสมทบร่วมกับกลุ่มเยซูอิตกล่าวหาว่า กาลิเลโอพยายามแสดงข้อค้นพบคัดค้านต่อต้านแนวทางการสอนของศาสนา ที่เชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ดำเนินการเป็นปรปักษ์ต่อนิกายโรมันคาทอลิก โดยมีเป้าหมายเพื่อให้การสนับสนุนเข้าข้างต่อการแยกกลุ่มของนิกายโปรเตสแตนต์ ทำให้กลุ่มคนที่เคร่งในนิกายโรมันคาทอลิกรู้สึกเอนเอียงคล้อยตาม และเริ่มรู้สึกไม่พอใจในพฤติกรรมของกาลิเลโอ ซ้ำกลุ่มต่อต้านกาลิเลโอยังประกาศว่า กาลิเลโอกำลังปฏิเสธคำสั่งสอนของคัมภีร์ไบเบิล เมื่อเขาพูดว่า “โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์” นอกจากนี้ศาสนายังได้พบจดหมายฉบับหนึ่งที่กาลิเลโอเขียนไปถึงเพื่อนของเขา โดยในนั้นระบุว่า “แนวความคิดของโคเปอร์นิคัสเป็นจริง” ในปี ค.ศ. 1615 (พ.ศ. 2158) กาลิเลโอถูกนำตัวเข้าสู่การไต่สวนของศาลศาสนา ณ กรุงโรม ในขณะนั้นกาลิเลโออายุได้ 51 ปี ผลการไต่สวนสรุปว่ากาลิเลโอผิดต่อศาสนา สันตปาปาจึงมีคำสั่งห้ามเขาสอนหรือเผยแพร่งานด้านดาราศาสตร์ หรือทฤษฎีอื่นใดที่ขัดกับศาสนาเป็นอันขาด ถ้าขัดขึ้นจะถูกลงโทษอย่างทรมาณโดยการเผาทั้งเป็น

และให้เขาให้คำสัญญาไว้ว่าจะไม่สอนใครอีก เพื่อความปลอดภัยและรอดพ้นจากการถูกลงโทษของศาลศาสนา กาลิเลโอได้คุกเข่ารับปากให้คำสัญญาไว้ ทั้งที่เขารู้สึกไม่ยินยอมเลย มีเรื่องเล่าว่าในขณะที่เขาได้อธิบายโต้ตอบกับ คณะตุลาการศาสนานั้นมีข้อความตอนหนึ่งเขากล่าวว่า “คัมภีร์ไบเบิล มีความประสงค์จะนำคำสอนไปสู่ทาง ของศาสนาเท่านั้น ไม่ใช่ตำราทางวิทยาศาสตร์ และความจริงในวิทยาศาสตร์นั้น ได้จากการเฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ ธรรมชาติอย่างชัดเจนและละเอียดลออ พร้อมทั้งพิสูจน์ทดลอง เพื่อหาเหตุผลมาอธิบาย ซึ่งตามแนวทางแล้วไม่ เห็นจะเกี่ยวข้องกับศาสนาเลย” (ทวี มุขระโกษา และคนอื่น. 2532 : 34)

ตั้งแต่นั้นมาหลังจากกลับจากกรุงโรม กาลิเลโอต้องระมัดระวังตัวอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการพูดหรือ เขียน และการค้นคว้าทางวิชาการ โดยเฉพาะงานค้นคว้าทางด้านดาราศาสตร์ ด้วยเกรงการลงโทษต่อผู้ซัดขี้คำสั่ง ของทางศาสนา ดังตัวอย่างการถูกเผาทั้งเป็นของนักปราชญ์ผู้อุทิศตนเพื่อความจริง จิโอรดาโน บรูโน เมื่อปี ค.ศ. 1600 (พ.ศ. 2143) กาลิเลโอได้หันไปทุ่มเทให้ความสนใจงานทางด้านการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Motion) และ เรื่องแรงดึงดูด (Gravity) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ (Projectile) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ ทั้งสองแนวร่วมกัน ทำให้รูปแบบงานศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ขยายขอบเขตมากขึ้น เมื่อเขานำแนวคิดหลัก การทางคณิตศาสตร์มาใช้ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เขา ได้ ออกแบบสร้างเครื่องมือสำหรับวัดปริมาณที่เป็นสมบัติต่าง ๆ ของปัจจัย (Factor) ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการเกิด ปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายประการ อาทิเช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง เครื่องตวง นาฬิกาน้ำ รวมทั้งทำการปรับปรุง ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ที่มีผู้ค้นพบ แต่เป็นภาพหัวกลับให้แสดงภาพหัวตั้ง และมีกำลังขยายมากกว่าเดิม เป็นผลสำเร็จ ในปี ค.ศ. 1612 (พ.ศ. 2155) เขาได้ดัดแปลงแก้ไขเทอร์โมมิเตอร์อากาศของเขามาใช้ของเหลวแทน แต่ยังคงบอกได้เพียงเฉพาะระดับความร้อนมากกว่าหรือน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่มีมาตราละเอียดมากนัก สำหรับ งานทางด้านดาราศาสตร์นั้น กาลิเลโอก็มิได้ทอดทิ้งยังคงเฝ้าสังเกตติดตามปรากฏการณ์บนท้องฟ้าต่อไปไม่หยุด ยั้ง และในปี ค.ศ. 1618 (พ.ศ. 2161) เขาได้พบดาวหาง (Comets) ถึง 3 ดวง แต่ละดวงมีวงโคจรตัดกับวงโคจร ของดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ด้วย และยังคงแสดงให้เห็นข้อเท็จจริงที่ว่า ตามความเข้าใจเดิมที่เชื่อว่า ดาวหางเกิดจาก แสงของดวงอาทิตย์เช่นเดียวกับรุ่งกินน้ำนั้นเป็นความเข้าใจผิด (ทวี มุขระโกษา และคนอื่น. 2532 : 105)

การใช้กล้องโทรทรรศน์ขยายขอบเขตการเฝ้าสังเกตศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ ทำให้กาลิเลโอค้นพบ ข้อเท็จจริงทางดาราศาสตร์มากมาย และในที่สุดในปี ค.ศ. 1632 (พ.ศ. 2175) กาลิเลโอก็อดใจไม่ไหวที่จะนำ เสนอข้อเท็จจริงจากการค้นพบของเขา เพื่อเป็นการยืนยันพิสูจน์ความจริงในแนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส เกี่ยวกับระบบสุริยจักรวาลที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ดังนั้นเขาได้ตีพิมพ์หนังสือชื่อ “Dialogue Concerning the Two Chief World Systems-Ptolemaic and Copernican.” เนื้อหาภายในหนังสือแสดงข้อโต้แย้งทั้งมวลทั้งที่ เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับแนวคิดทฤษฎีของปโตเลมี และโคเปอร์นิคัส หนังสือดังกล่าวเป็นเรื่องในลักษณะบท สนทนาที่เกี่ยวกับระบบทั้งสองของโลก ที่แสดงการโต้แย้งกันระหว่างชายสองคน คนหนึ่งสนับสนุนแนวคิด ของปโตเลมี ส่วนอีกคนสนับสนุนแนวคิดของโคเปอร์นิคัส และมีตัวละครตัวหนึ่งแสดงในบทของสันตะปาปา โดยเขาให้นามไปในทำนองที่แปลความหมายได้ว่า “ผู้ยังไม่รู้แจ้ง” ถึงแม้ว่าเขาไม่ได้มีความหมายจะลบหลู่ แต่ก็ ได้ก่อให้เกิดความรู้สึกที่ไม่ดีขึ้นในใจขององค์สันตะปาปา ในหนังสือแม้ว่ากาลิเลโอพยายามแสดงให้เห็นว่าเขา ไม่ได้สนับสนุนแนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส ตัวของเขาเป็นแต่เพียงผู้วิจารณ์เปรียบเทียบเท่านั้น นอกจากนี้ ในคำนำ เขายังแสดงเจตนาอย่างแรงกล้าในความรู้สึกศรัทธาต่อศาสนา แต่ทุกคนที่ได้อ่านหนังสือดังกล่าวก็ สามารถรับรู้ได้ว่าการเขียนข้อค้นพบของเขาสนับสนุนแนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส และสาเหตุที่กาลิเลโอผิด

คำสั่งสัญญาที่ให้ไว้กับศาลศาสนา เนื่องจากสันตะปาปาองค์เก่าได้สิ้นพระชนม์ไปแล้ว เขาคิดว่าคงจะหาทางทำ ความเข้าใจกับสันตะปาปาองค์ใหม่ได้ และเวลาที่ผ่านล่วงเลยมาถึง 17 ปี แต่ผลที่ปรากฏออกมา ปรากฏว่า ทางศาสนจักรไม่พอใจอย่างยิ่ง ทั้งนี้เป็นผลที่เกิดจากการขยงของฝ่ายต่อต้านต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาคือ กลุ่มแนวคิด เดิมที่ยึดมั่นในทฤษฎีของอริสโตเติลและโปโตเลมี และกลุ่มเชซุอิต ทั้ง ๆ ที่หนังสือดังกล่าวเป็นที่ปรารถนาจะได้อ่านจากผู้สนใจจำนวนมาก

ดังนั้นในปี ค.ศ. 1633 (พ.ศ. 2176) ขณะที่กาลิเลโออายุได้ 69 ปี เขาต้องถูกนำตัวเข้าสู่การพิจารณา พิพากษาของศาลศาสนาเป็นครั้งที่สอง โดยที่แกรนด์ดยุกแห่งทัสกันนี ผู้ซึ่งเคยเป็นลูกศิษย์ของเขา และเป็นเจ้านาย ของเขานั้น ไม่สามารถช่วยเหลืออะไรได้เลย สิ่งที่แกรนด์ดยุกฯ กระทำได้ คือ จัดคนคุ้มกันแบบกามาลิเลโอ เดินทางสู่กรุงโรม ขณะนั้นกาลิเลโอกำลังป่วยด้วยความชราและโรคประจำตัว เมื่อเดินทางถึงกรุงโรม เขาไม่ได้รับอนุญาตให้พบปะกับผู้ใดทั้งสิ้นรวมทั้งไม่ได้เข้าเฝ้าองค์สันตปาปา การพิจารณาของศาลศาสนาใช้เวลานาน หลายเดือน เขาถูกซักถามจากคณะตุลาการอย่างเข้มงวด และในที่สุดเขาถูกทรมานให้สารภาพผิด ถูกบังคับให้ เพิกถอนความเชื่อของเขา หนังสือของเขาถูกเผาทำลายและห้ามวางจำหน่ายในอิตาลี เขาถูกตัดสิ้นจำคุก และ ต้องท่องบทเพลงสวดศรัทธาพระเจ้า (Psalms) จำนวนเจ็ดบท สัปดาห์ละครั้งเป็นเวลา 3 ปี ถูกห้ามสอนและเผยแพร่ผล งานตลอดชีวิต และประการสุดท้ายเขาต้องคุกเข่าลงต่อหน้าศาลศาสนา และกล่าวประกาศว่า ผลงานการค้นพบ ของเขาที่สนับสนุนแนวคิดทฤษฎีของโคเปอร์นิคัสนั้นเป็นเท็จ มีเกร็ดเล่าว่า ในคำประกาศมีข้อความกล่าวด้วยว่า “...โลกไม่ได้โคจรรอบดวงอาทิตย์...” เมื่อเสร็จสิ้นการประกาศ กาลิเลโอลุกขึ้นยืนแต่กลับพึมพำว่า “แต่มันก็ยัง คงโคจรอยู่นั่นเอง” (John Walton. 1958 : 32)

กาลิเลโอถูกกักขังอยู่ไม่นาน เนื่องจากเขาเจ็บป่วยอยู่จึงได้รับอนุญาตให้ไปอยู่ที่เมืองอาเซตรี (Arzetry) ใกล้ ๆ เมืองฟลอเรนซ์ แต่ห้ามกลับเมืองฟลอเรนซ์ โดยให้กักบริเวณอยู่ที่บ้านภายใต้การควบคุม ดูแล ของบาทหลวงอัสคานิโอ ปิคโคโรมินิ (Ascanio Piccoromini) แต่อย่างไรก็ตาม กาลิเลโอก็ยังคงทำการศึกษา ทดลองเกี่ยวกับฟิสิกส์หรือวิทยาศาสตร์ธรรมชาติต่อไป และในปี ค.ศ. 1636 (พ.ศ. 2179) กาลิเลโอได้เขียน หนังสือขึ้นอีกเล่มหนึ่ง และมอบให้ หลุยส์ เอลเซเวียร์ส (Louis Elzevirs) ลอบนำออกไปพิมพ์เผยแพร่ที่เมือง เลย์เดิน (Leyden) ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Netherlands) และได้ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1638 (พ.ศ. 2181) ในชื่อหนังสือ ว่า “Dialogue Concerning to New Sciences” หนังสือเล่มนี้ได้รับความสนใจอย่างมาก เป็นการเขียนถึงการค้นคว้า และการทดลองทางด้านกลศาสตร์ ได้แถลงถึงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ แรง งาน และการเคลื่อนที่ แสดงการนำ คณิตศาสตร์ไปใช้ในวิชากลศาสตร์ ที่เกี่ยวกับการตกลงสู่พื้นของวัตถุ การเคลื่อนที่บนพื้นระนาบเอียง กฎการ สมดุลแรง และข้อแถลงเกี่ยวกับโมเมนตัม (Momentum) คือแรงเคลื่อนที่ ที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ (ทวี มุขระโกษา. 2532 : 34, 105 -106)

ในช่วงชีวิตของกาลิเลโอนั้น เขาได้ใช้เวลาทั้งหมดเพื่อการศึกษาค้นคว้าทดลองมาตลอด ค้นพบ ความจริงเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับโลกและจักรวาล แต่เขาก็ถูก ขัดขวางจากวงการศาสนาและกลุ่มคนที่ยึดติดกับแนวคิดความเชื่อเดิมจนแทบเอาตัวไม่รอด แต่เขาหาได้ย่อท้อ ไม่ เขายังคงตั้งสอนศิษย์ที่ใกล้ชิดถึงข้อค้นพบและความจริงต่อไป เขาได้ออกแบบสร้างเส้นแวงสมมติบนพื้นดิน และทะเล เพื่อใช้ในการช่วยคำนวณหาช่วงเวลาที่แตกต่างกันแต่ละแห่งบนพื้นโลก นอกจากนี้เขายังพบ วงโคจร ของโลกและดวงจันทร์ โดยพบว่าโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ใช้เวลา 1 ปี (ปัจจุบันพบว่าโลกโคจรรอบ ดวงอาทิตย์เป็นวงรี 1 รอบใช้เวลา 365 วัน 6 ชั่วโมง ด้วยอัตราเร็ว 29.6×10^3 เมตรต่อวินาที) และผลงานสุด

ท้ายของกาลิเลโอ ในปี ค. ศ. 1637 (พ.ศ. 2180) เขาได้ค้นพบว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลกหนึ่งรอบ ใช้เวลา 30 วัน (ปัจจุบันพบว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี เวลาที่ใช้ในการโคจรรอบโลกนั้นหากนับแบบดาราคติ 1 รอบ ใช้เวลา 27.32 วัน ถ้านับแบบจันทรคติ 1 รอบใช้เวลา 29.53 วัน สำหรับเวลาที่ใช้หมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 29.5 วัน) จากนั้นอีกประมาณ 2 – 3 เดือนต่อมาดวงตาของเขาก็บอด งานของเขาทั้งหมดจึงยุติลง เขาใช้เวลาที่เหลืออยู่สั่งสอนศิษย์ที่ใกล้ชิดของเขา กาลิเลโอได้เขียนระบายความรู้สึกที่เกิดขึ้นกับตัวเขาไว้ดังนี้ “...โลกนี้ เอกภพนี้ ซึ่งโดยการประจักษ์อันน่าอัศจรรย์ และการพิสูจน์อันแจ่มชัดของข้าฯ ข้าฯ ได้ขยายลวงล้าความเชื่อของผู้มีปัญญาแห่งสมัยอันล่วงแล้วนับด้วยแสนเท่า สืบต่อแต่นี้ไป จะกลับหดห่อเป็นที่ว่างอันน้อยนิดสำหรับข้าฯ เสมอ บรรลุด้วยความรู้สึกทางกายของข้าฯ เองเท่านั้น” (John Walton. 1958 : 33) กาลิเลโอเสียชีวิตเมื่อวันที่ 8 มกราคม ค.ศ. 1642 (พ.ศ. 2185) ที่เมืองฟลอเรนซ์ รวมอายุได้ 78 ปี โดยที่ทางศาสนจักรได้ห้ามการประกอบพิธีศพอย่างสาธารณะ และห้ามการจารึกชื่อลงบนแผ่นหินอ่อนตามแบบประเพณีของชาวอิตาลี

การที่กาลิเลโอให้ความสนใจในบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อการอธิบายและใช้ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ โดยนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้ในวิธีทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือฟิสิกส์หลายประการนั้น โดยเฉพาะในเรื่องของปริมาณ อาทิเช่น การหาความสัมพันธ์และการให้ผลลัพธ์ในความสัมพันธ์ระหว่างความยาว พื้นที่ ปริมาตร เวลา จำนวนของสสาร และลักษณะการเคลื่อนไหว (Motion) ที่เกี่ยวกับ อัตราเร็ว และความเร่ง นอกจากนี้เขายังได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับวัด เพื่อสร้างปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองตามรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้หลายประการ จึงเป็นที่ประจักษ์ได้ว่า แนวทางที่กาลิเลโอนำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ธรรมชาตินั้น ได้ทำให้โลกของวิทยาศาสตร์มีแนวคิดที่น่าสนใจมากขึ้น สร้างความก้าวหน้า และเปิดศักราชใหม่ทางความคิดให้กับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและหรือฟิสิกส์เป็นอย่างยิ่ง

การศึกษาชีวประวัติของ “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ได้ช่วยสะท้อนให้เราเห็นภาพตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ และสะท้อนให้เห็นการพัฒนาความเป็นตัวตนของนักฟิสิกส์ ซึ่งส่งผลให้บุคคลกลายเป็นนักฟิสิกส์ ดังกล่าว ทั้งยังช่วยสะท้อนให้เห็น “ธรรมชาติของฟิสิกส์” ได้อย่างชัดเจนว่า “เป็นกระบวนการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อให้ได้ข้อความจริงเชิงประจักษ์ และเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและอธิบายการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ต้องศึกษาค้นหาเหตุปัจจัย (Factor) ที่เกี่ยวข้อง สิ่งเหล่านี้ได้นำไปสู่การศึกษา เพื่อทำความเข้าใจในสมบัติต่าง ๆ ของปัจจัยเหล่านั้นในลักษณะเชิงปริมาณ รวมทั้งการศึกษาเพื่อค้นหาว่า ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีความเกี่ยวข้อง หรือมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกันในรูปแบบหรือลักษณะใด โดยนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของเหตุปัจจัยเหล่านั้น” ข้อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์ดังกล่าว ได้สะท้อนให้เห็น “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ดังนี้ คือ

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์

ผลของการสังเคราะห์ “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยนำเสนอต่อไปนี้เป็นผลสรุปที่ได้จากการศึกษา ชีวประวัติของนักฟิสิกส์โลก “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ซึ่งผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เทียบเคียงกับ “ปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ได้จากการศึกษาแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ก่อเกิดการพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ และในการสังเคราะห์พฤติกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยได้พยายามสังเคราะห์นำเสนอให้เห็นเป็นลำดับขั้นของการพัฒนา ดังนี้

1. พฤติกรรมที่สะท้อนความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- 1.1 ชอบและดำเนินการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) แสวงหาเหตุปัจจัย (Factor) ที่เกี่ยวข้อง และให้นิยามความหมายได้ในลักษณะเชิงปริมาณ
- 1.2 ชอบและดำเนินการพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือทำการทดลอง ค้นหาข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสร้างสรรค์เป็นจินตนาการที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 1.3 สร้างและ/หรือแสวงหาเครื่องมือ เพื่อช่วยในการขยายขอบเขตในการค้นหาข้อมูลเชิงประจักษ์ และข้อมูลเชิงปริมาณจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

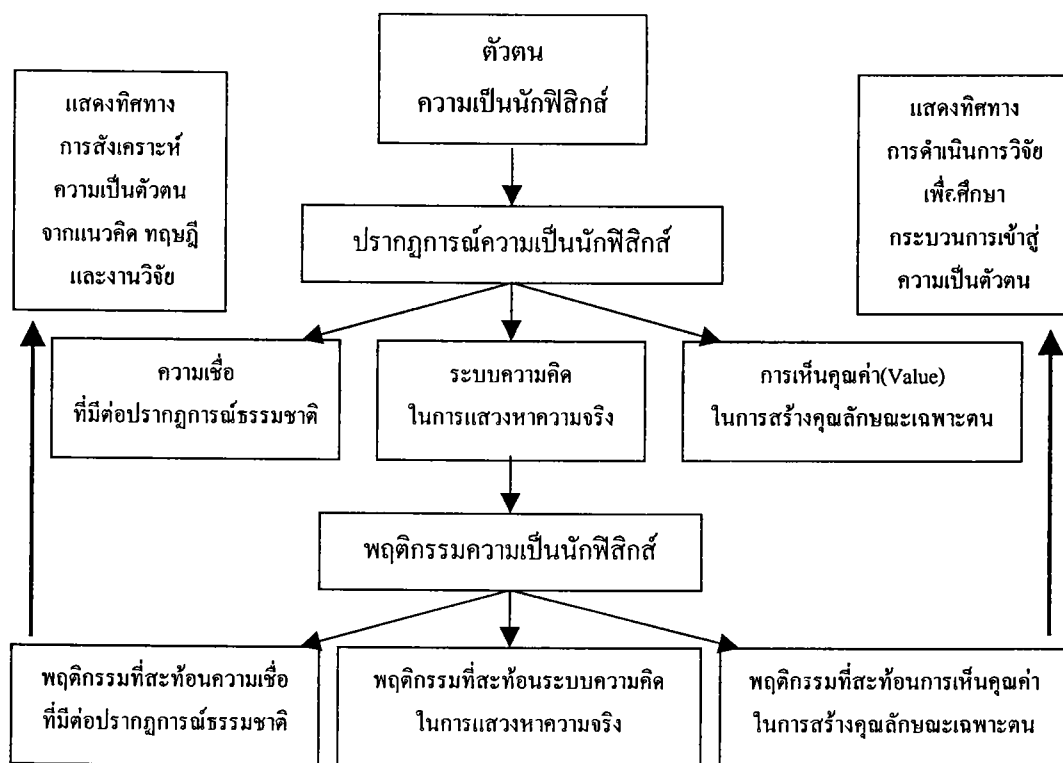
2. พฤติกรรมที่สะท้อนระบบความคิดในการแสวงหาความจริง

- 2.1 การยอมรับข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยการพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือการทดลอง
- 2.2 การใช้แนวคิดเชิงประจักษ์ในการแสวงหาข้อความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 2.3 การเป็นผู้มีจินตนาการในการมอง หรือสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. พฤติกรรมสะท้อนการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน

- 3.1 การมีอิสระทางความคิด
- 3.2 การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างพินิจพิเคราะห์ หรือมีวิจารณ์ญาณ
- 3.3 การอธิบายหรือแสดงข้อความจริง โดยอาศัยหลักของเหตุผล
- 3.4 การมีความกล้าหาญในการศึกษาและพิสูจน์ข้อความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ภาพสรุป “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์”



ภาพประกอบ 1 แสดงกระบวนการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ จากแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ลักษณะหรือธรรมชาติของฟิสิกส์และชีวประวัติของ “กาลิเลโอ กาลิเลอี”

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ดังที่นำเสนอ สามารถนำมาเทียบเคียงสะท้อนให้เห็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของบุคคลสอดคล้องกับแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมเหล่านี้ได้หล่อหลอมตัวตนของบุคคลเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายbecome นักฟิสิกส์ของบุคคล ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสนใจกระบวนการพัฒนาพฤติกรรมดังกล่าวภายใต้สถานะการณ์เร้าที่เฉพาะเจาะจง อันเป็นผลจากการปฏิสังสรรค์กับตนเอง ก่อเกิดการตีความ ให้ความหมาย กลายเป็นตัวตนขึ้นมา ซึ่งเป็นการพัฒนาตนจากกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกรอบความคิดในการศึกษาปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายbecome นักฟิสิกส์ของนักเรียนในครั้งนี้ ดัง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ที่ผู้วิจัยนำเสนอต่อไปนี้ คือ

2. แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน

แนวคิดเกี่ยวกับ “กระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” หรือ “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา คือ การแสวงหาแนวคิดในการพัฒนาตนของนักเรียน

เข้าสู่พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ตามแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ ซึ่งในการสร้างแนวคิดเกี่ยวกับการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำ “แนวคิดปฏิบัติสังสรรค์สัญลักษณ์” ที่เป็นแนวคิดหลักหนึ่งในสังคมวิทยาใช้ในการอธิบายเพื่อทำความเข้าใจ พร้อมทั้งได้แสวงหาแนวคิดที่ได้จากงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เกี่ยวข้องบางประการมาสนับสนุน ซึ่งรายละเอียดที่เป็นสาระสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาใช้สร้างแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน มีดังต่อไปนี้ คือ

2.1 แนวคิดทฤษฎีปฏิบัติสังสรรค์สัญลักษณ์ (Symbolic Interaction)

ทฤษฎีปฏิบัติสังสรรค์สัญลักษณ์ เป็นทฤษฎีหลักหนึ่งในสังคมวิทยาที่เน้นแนวคิดการตีความ (Interpretative Sociology) ให้ความสนใจศึกษาสังคมในระดับจุลภาค มุ่งเน้นเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกันของมนุษย์ในสังคม (Social Interaction) สนใจการก่อเกิดตัวตน (Self) จากการตีความ ให้ความหมายที่บุคคลมีต่อสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ (Symbol) ในการสื่อสารทั้งกับตนเองและบุคคลอื่นในสังคม แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับมนุษย์แต่ละคนในฐานะปัจเจกบุคคล (Individual) ว่าเป็นผู้ที่สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถเป็นผู้เลือกปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของตนเองได้ บุคคลเป็นผู้ตีความ ให้ความหมายต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ตามทัศนคติมุมมองของตนเอง และเป็นผู้เลือกที่จะเข้าถึงผลได้ผลเสียต่าง ๆ ตามที่ได้ตกลงใจที่จะกระทำด้วยตัวของตนเอง

ทฤษฎีปฏิบัติสังสรรค์สัญลักษณ์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยนักสังคมวิทยาหลายคน เริ่มแรกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ แมกซ์ เวเบอร์ (Max Weber. 1864 –1920) ที่เห็นว่า สังคมวิทยาเป็นศาสตร์เกี่ยวกับการกระทำทางสังคม (Social Action) เขามุ่งเน้นอยู่ที่การวิเคราะห์ปัจเจกบุคคลในฐานะเป็นผู้กระทำ และเน้นการตีความ (Interpretation) (Raymond Aron. 1967 : 181) เวเบอร์เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมศาสตร์ เกิดจากความแตกต่างของผู้ศึกษาวิจัยในแง่เป้าหมายของการเรียนรู้ (Cognitive Intentions) นักวิทยาศาสตร์ มักสนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติในแง่ใดแห่งหนึ่ง ซึ่งสามารถสร้างเป็นกฎเชิงนามธรรม (Abstract Laws) ได้ ในขณะที่นักสังคมนั้น แม้ว่าอาจสนใจศึกษาพฤติกรรมมนุษย์เพื่อสร้างกฎทั่วไป แต่ก็สนใจศึกษาคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของผู้แสดงพฤติกรรม และความหมายที่ผู้แสดงนั้น ๆ ให้กับพฤติกรรมของตนเองด้วย การที่มนุษย์แสดงพฤติกรรมหรือการกระทำออกมาอย่างหนึ่งย่อมมีความหมาย และมีเหตุผลอยู่เบื้องหลังการแสดงพฤติกรรมนั้น ด้วยเหตุนี้ความสัมพันธ์ใดที่สามารถเข้าถึงได้โดยการตีความ ก็จะสามารถนำมาอธิบายอย่างเป็นทางการและผลได้แนวคิดของเวเบอร์แสดงให้เห็นว่า การทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์นั้น จะต้องผ่านการตีความ ให้ความหมายเท่านั้น จึงจะช่วยให้เข้าใจความรู้ที่นึกคิดและเข้าใจพฤติกรรมของผู้กระทำได้อย่างแท้จริงและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ต่อมา ยอร์จ เฮอร์เบิร์ต มีด (George Herbert Mead. 1863 -1934) ได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีปฏิบัติสังสรรค์สัญลักษณ์นี้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเรียกแนวคิดนี้ว่า การอธิบายจากการตีความ (Interpretative Explanation) มีคำกล่าวถึงความพิเศษของจิตใจมนุษย์ว่ามีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ ประการแรก จิตของมนุษย์มีความสามารถใช้สัญลักษณ์ในการตีความ หรือให้ความหมาย (Meaning) แก่วัตถุสิ่งของและสถานการณ์แวดล้อม ทำให้มนุษย์สามารถทำความเข้าใจ หรือเข้าใจสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ ประการที่สอง จิตของมนุษย์สามารถคิดทบทวน ชักซ้อมถึงแนวทาง หรือวิธีการต่าง ๆ ก่อนที่จะลงมือกระทำจริงต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และประการที่สาม จิตของมนุษย์สามารถหักห้ามแนวทางหรือวิธีการที่เห็นว่าไม่เหมาะสมหลังจากที่ได้พิจารณาเกี่ยวกับตนเองแล้ว

กระบวนการของจิตใจในการใช้สัญลักษณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์แวดล้อมนี้ เรียกว่า การชักซ้อมภายในใจ (Imaginative Rehearsal) นั่นคือในทัศนะของมิดเขาเน้นความสำคัญของความหมายในเชิงอัตวิสัย (Subjective Meaning) โดยเห็นว่ามนุษย์มีความเป็นอิสระในการเป็นผู้สร้างพฤติกรรม เป็นผู้ตีความหมายหรือสร้างความหมาย ดังนั้นในการเรียนรู้ถึงความสัมพันธ์ทางสังคมของบุคคลนั้น จึงเกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ที่บุคคลสามารถสร้างและใช้เพื่อแทนตัวบุคคล สิ่งของ เหตุการณ์ รวมทั้งความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ ซึ่งมีหลายรูปแบบ อาทิ เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน กิริยาท่าทาง ตลอดจนวัตถุสิ่งของ สิ่งเหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลตอบสนองต่อสิ่งที่ถูกกระตุ้นจากบุคคลอื่น และจากความคิดของการตอบสนองนั่นเอง ทำให้มนุษย์มีแนวทางในพฤติกรรมและการปฏิบัติตัวในเวลาต่อมา

ในส่วนของการก่อเกิดตัวตนของปัจเจกบุคคลนั้น มิดแสดงทัศนะไว้ว่า ไม่มีตัวตน ไม่มีจิตสำนึกของตัวตน และไม่มี การติดต่อกับสารถ้าปราศจากสังคม เขาถือว่าจิต (Mind) เป็นเรื่องสำคัญเพราะถ้าไม่มีจิตแล้ว อัตตา (Self) และสังคม (Society) ก็เกิดขึ้นไม่ได้ และในทำนองเดียวกัน ถ้าปราศจากอัตตาตัวตน จิตสำนึกแห่งตัวตน และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในสังคม จะเกิดขึ้นไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นทั้ง 3 ประการ จึงอิงอาศัยซึ่งกันและกันเกิดขึ้น ดำรงอยู่และเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละช่วงขณะของเวลา โดยเขาให้คำอธิบายเกี่ยวกับการกำเนิดของจิตสำนึกและตัวตนว่า ก่อเกิดผ่านทางความสามารถที่พัฒนาขึ้นอย่างช้า ๆ ในวัยเด็ก ในการสวมบทบาทของผู้อื่น และมองเห็นถึงผลการกระทำของตนเองจากจุดยืนของผู้อื่น ซึ่งหมายถึงการที่บุคคลจินตนาการตัวเองในบทบาทของบุคคลอื่น เพื่อที่จะพิจารณาเกณฑ์ที่บุคคลอื่นใช้ตัดสินพฤติกรรมตน (สุโขทัยธรรมาธิราช, 2538 : 327; อ้างอิงจาก David B. 1988. *White Sociology* p. 140) ในทัศนะนี้การสื่อสารของมนุษย์เป็นไปได้เมื่อ “สิ่งที่สัญลักษณ์กระตุ้นให้เกิดขึ้นในตัวตนของคน ๆ หนึ่ง คือ สิ่งที่ถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นในปัจเจกบุคคลอื่น ๆ นั่นเอง” และความคิดของมนุษย์เกิดขึ้นเมื่อมี “สัญลักษณ์ซึ่งกระตุ้นให้บุคคลตอบสนองต่อสิ่งที่ตนถูกกระตุ้นจากบุคคลอื่นและจากความคิดของการตอบสนองนั้น ทำให้บุคคลมีแนวทางในการปฏิบัติตัวในเวลาต่อมา” อาทิ กิริยาที่มีนัยสำคัญเกี่ยวข้องกับการใช้สัญลักษณ์ มีเงื่อนไขข้อแรกอยู่ที่ความสามารถของผู้เข้าร่วมแต่ละคนในกระบวนการสื่อสารในการมองเห็นผลการกระทำของตนเองจากจุดยืนของผู้อื่น ซึ่งหมายถึงการสวมบทบาทของผู้อื่นนั่นเอง

การกระทำระหว่างกัน (Interaction) โดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งมนุษย์ใช้อากัปกิริยาที่มีนัยสำคัญ พวกเขาจะตีความเจตคติซึ่งกันและกัน และจะมีการกระทำจากพื้นฐานของความหมายที่ได้จากการตีความนั้น ดังที่บลูเมอร์ (Blumer, 1966 : 537) กล่าวไว้ว่า “การกระทำระหว่างกันเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวข้องกับการตีความ หรือการตรวจสอบให้แน่ชัดถึงความหมายของการกระทำหรือข้อสังเกตต่าง ๆ ของคนอื่น ๆ และการนิยาม (Definition) หรือการบ่งชี้ให้กับบุคคลอีกคนหนึ่งว่า เขาควรจะทำอย่างไร” มิดเสนอต่อไปว่า ระยะสุดท้ายของกระบวนการวุฒิภาวะของเด็กเกิดขึ้นเมื่อบุคคลสวมบทบาทของ “บุคคลอื่นทั่วไป” (generalized others) ...เจตคติของชุมชนส่วนรวม ... ภาวะนี้เรียกว่า การสวมบทบาทของผู้อื่น (taking the role of the other) บุคคลที่มีวุฒิภาวะเต็มที่ไม่เพียงคำนึงถึงเจตคติของบุคคลอื่น ๆ หรือ “บุคคลนัยสำคัญ” (Significant others) ที่มีต่อเขาเองและที่มีต่อกันและกันเท่านั้น แต่เขาต้อง “รับรู้เจตคติของพวกเขาคือต่อขึ้นตอนต่าง ๆ หรือแง่มุมต่าง ๆ ของกิจกรรมทางสังคม...ที่พวกเขาผูกพันอยู่ ในฐานะที่เป็นสมาชิกของสังคมที่มีการจัดระเบียบหรือกลุ่มสังคมหนึ่ง ๆ” (Mead, 1934 : 155) ดังเช่น Natanson. (1956 :13) อธิบายไว้ว่า “...แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนจากการสวมบทบาทแบบง่าย ๆ ไปสู่การเข้าร่วมในบทบาทของระเบียบแบบพิเศษและเป็นมาตรฐาน จากกฎเหล่านี้ เด็กจะถูกนำเข้าสู่การบังคับควบคุมของสังคมและโครงสร้างที่ถูกขัดเกลากันใกล้เคียงกับความเป็นจริงของผู้ใหญ่” เฉพาะเมื่อเขาสามารถรับเจตคติ

ของกลุ่มสังคมที่มีการจัดระเบียบซึ่งเขาร่วมอยู่ ที่มีต่อกิจกรรมทางสังคม ที่มีการจัดการและมีการร่วมมือกัน หรือที่มีต่อทิศทางของกิจกรรมนั้น ๆ ที่กลุ่มทำอยู่เท่านั้น จึงถือได้ว่าเขาพัฒนาตัวตนที่สมบูรณ์แล้ว ดังนั้นตัวตนที่มีวุฒิภาวะเกิดขึ้นเมื่อ “บุคคลอื่นทั่วไป” ถูกซึบซาบเข้าไปในบุคคลจนกระทั่ง “ชุมชนได้ทำการควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกแต่ละคนของชุมชน” นั่นคือในทัศนะของมิดด์เห็นว่า จากความสามารถในการสวมบทบาท ตัวตนพัฒนาเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ผ่านทางการเข้าร่วมของมนุษย์ในขอบเขตที่กว้างขึ้นเรื่อย ๆ โดยเริ่มจาก “บุคคลที่มีนัยสำคัญ” และต้องไม่ถูกมองว่าเป็นเพียงด้านร่างกายเท่านั้น แต่ตัวตนเป็นองค์ภาวะทางสังคม (Social entity) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางสังคมของพัฒนาการจากการสื่อสารด้วยอากัปกิริยาแบบง่ายไปสู่กระบวนการซับซ้อน “บุคคลอื่นทั่วไป” เมื่อนั้นก็จะถือว่า พัฒนาการความเป็นตัวตนสมบูรณ์ขึ้น และกลไกที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในกระบวนการขัดเกลาทางสังคม ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่จะช่วยพัฒนา “ความเป็นตัวตน” ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งในวัยเริ่มต้นคือ การเล่น (Play) และเกม (Game) (John E. Conklin. 1987 : 106 – 107)

Dewey (1931 : 313) กล่าวถึงมโนทัศน์ (Concept) ของมิดด์ที่เกี่ยวกับ “ตัวตนที่มีจิตสำนึก” ว่า “สำหรับมิดด์ ตัวตนที่มีจิตสำนึกเป็นโลกของธรรมชาติที่เริ่มแรกบุคคลถูกนำเข้าไปสู่ความสัมพันธ์ทางสังคม และต่อมาได้สลายตัวไปสู่การก่อเกิดตัวตนใหม่ขึ้น ซึ่งนำไปสู่การสร้างโลกของธรรมชาติและสถาบันทางสังคมต่าง ๆ ขึ้นใหม่ในเวลาต่อมา” ตามความคิดของมิดด์ ชาติแท้ของตัวตนคือลักษณะสะท้อนกลับ ตัวตนเป็นบุคคลขึ้นมาได้ เพราะความสัมพันธ์ที่เขามีต่อคนอื่น ๆ จากความสามารถของบุคคลในการรับเจตคติของคนอื่น ๆ เข้าไปยังจินตนาการของเขา ทำให้ตัวตนของเขากลายเป็นผู้ถูกกระทำจากการสะท้อนของตนเอง ตัวตนในสภาพทั้งผู้กระทำ (Subject) และผู้ถูกกระทำ (Object) เป็นส่วนสำคัญของการมีลักษณะเป็นสังคม (being Social) ความเป็นปัจเจกบุคคลมีลักษณะจำเพาะของแต่ละคนเป็นผลจากการผสมกลมกลืนในลักษณะจำเพาะ (ซึ่งไม่เคยเหมือนกันเลยในแต่ละคู่) ของเจตคติของคนอื่น ๆ ที่ก่อรูปเป็น “บุคคลอื่นทั่วไป” ดังนั้น ถึงแม้ความเป็นปัจเจกบุคคลมีรากฐานจากความเป็นสังคม คนแต่ละคนก็มีส่วนเกี่ยวพันกระบวนการสังคม

มิดด์ ได้อธิบายถึงทัศนะของเขาเกี่ยวกับพื้นฐานทางสังคมของตัวตนและความเชื่อที่ควบคู่กันที่ว่า “ตัวตนไม่ได้ประกอบขึ้นเพียงการจัดระเบียบเจตคติทางสังคม” โดยแยกข้อแตกต่างระหว่าง “ฉันในฐานะผู้กระทำ” (I) และ “ฉันในฐานะผู้ถูกกระทำ” (me) ทั้ง “ I ” และ “ me ” จำเป็นต้องสัมพันธ์กับประสบการณ์ทางสังคม แต่ “ I ” เป็นการตอบสนองของอินทรีย์ที่มีต่อเจตคติของคนอื่น ๆ ส่วน “ me ” เป็นชุดของเจตคติของคนอื่น ๆ ที่มีการจัดระเบียบซึ่งคน ๆ หนึ่งรับไว้ เจตคติของคนอื่น ๆ จะก่อให้เกิด “ me ” ที่มีการจัดระเบียบ และบุคคลจะมีปฏิกิริยาต่อสิ่งนั้นแสดงออกมาเป็น “ I ” และในฐานะที่เป็น “ me ” บุคคลจะตระหนักว่าตัวเองเป็นผลของสิ่งที่เขาถือเป็นการประเมินของบุคคลอื่น “ me ” เป็นตัวตนที่รับรู้และเข้าใจตามทัศนะของ “บุคคลที่มีนัยสำคัญ” และทัศนะของชุมชนโดยรวมที่เป็น “บุคคลอื่นทั่วไป” “ me ” สะท้อนให้เห็นถึงกฎหมายและจารีต ซึ่งก็คือกฎเกณฑ์ที่มีการจัดระเบียบและความคาดหวังของชุมชน ในทางตรงกันข้าม “ I ” เป็น “คำตอบซึ่งบุคคลตอบสนองต่อเจตคติที่ผู้อื่นมีต่อเขา เมื่อเขามีเจตคติต่อคนอื่น ๆ ...มันให้ความรู้สึกของอิสรภาพและการริเริ่ม...” นั่นคือสิ่งที่ปรากฏในจิตสำนึกของความเป็นตัวตนในสภาพที่ถูกกระทำในฐานะของ “ me ” แต่ “ me ” ไม่สามารถรับรู้ได้ถ้าปราศจาก “ I ” ซึ่งเป็นผู้กระทำ เพื่อที่ “ me ” จะได้เป็นผู้ถูกกระทำได้ “ I ” และ “ me ” ไม่ใช่สิ่งเดียวกันเพราะ “ I ” “เป็นสิ่งที่ไม่สามารถคิดคำนวณได้เองทั้งหมด...และจะเป็นบางอย่างที่แตกต่างจากสิ่งที่สถานการณ์เรียกร้อยเสมอ” (Mead. 1934 : 175, 177, 178 และ 197)

กล่าวโดยสรุปการก่อเกิดตัวตนของปัจเจกบุคคลในทัศนะของมิดแคคได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดจากความตั้งใจหรือความต้องการแท้จริงภายใน (Individual Intention) ทั้งนี้ความต้องการภายในจะมีลักษณะเป็นอุดมการณ์ จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นอิสระในเจตจำนง (Autonomy) ซึ่งเป็นพัฒนาการตัวตนที่เกิดจากความสามารที่เป็นศัคยภาพทางกรรมพันธุ์และสายพันธุ์ทางชีวภาพของแต่ละบุคคล ความเป็นตัวตนดังกล่าวอาจแสดงออกมาในลักษณะของพฤติกรรมที่สอดคล้องหรือขัดแย้งกับขนบธรรมเนียมประเพณีของสังคมนั้น อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวตนที่เกิดจากกระบวนการขัดเกลาทางสังคมหรือการบังคับจากปัจจัยภายนอก (External Constraints) ซึ่งมนุษย์พัฒนาตัวตนส่วนนี้ขึ้นมาจากปฏิกิริยาที่บุคคลอื่นแสดงต่อตนเอง โดยเริ่มจากความรู้สึกหรือสายตาของบุคคลอื่นที่มีนัยสำคัญ จนกระทั่งเข้าสู่ทัศนะของบุคคลอื่นทั่วไป ตัวตนส่วนนี้จึงเป็นตัวตนทางสังคม (Social Self) หมายถึง เป็นผลผลิตทางสังคม (Social Product) ตามสายตาและทัศนะของผู้อื่น โดยอาศัยจิต (Self Feeling) ช่วยคิด ดังนั้นมนุษย์จึงแสดงออกในพฤติกรรมที่เป็นไปตามสังคมคาดหวังหรือต้องการ ในลักษณะบทบาท หน้าที่และสถานภาพทางสังคม อันเป็นพฤติกรรมตามบรรทัดฐานทางสังคม

ชาร์ลส์ ฮอร์ตตัน คูลีย์ (Charles Horton Cooley. 1864 –1929) ได้ขยายแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นในเรื่อง “ตัวตนและสังคม” โดยคูลีย์เน้นที่ความเกี่ยวโยงเชิงอินทรีย์ (Organic Link) และความเกี่ยวพันที่แยกออกจากกันไม่ได้ระหว่างตัวตนและสังคม เขาให้ความสนใจวิธีการสร้างความเป็นตัวตนหรือความรู้สึกเกี่ยวกับตัวตนจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น โดยเชื่อว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อพัฒนาการของตัวตนในช่วงต้นของชีวิตของบุคคล เขากล่าวว่า ตัวตนของบุคคลเติบโตขึ้นจากการที่บุคคลได้คบค้าสมาคมกับบุคคลอื่น ๆ “จุดเริ่มต้นทางสังคมของชีวิตมนุษย์มาจากเส้นทางการคบค้าสมาคมกับบุคคลอื่น” ตัวตนตามแนวคิดของคูลีย์ไม่ใช่เริ่มต้นจากปัจเจกบุคคลแล้วตามมาด้วยสังคม แต่ตัวตนเกิดขึ้นในเชิงวิภาษวิธีผ่านทางการสื่อสาร สำนึกของบุคคลเกี่ยวกับตัวตน เป็นการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับตนเองซึ่งบุคคลแสดงให้จิตของคนอื่นเห็น ดังนั้นจึงไม่มีตัวตนโดดเดี่ยว “ไม่มีความคิดว่าเป็น ‘ฉัน’ ... โดยปราศจากความคิดที่เกี่ยวข้องเนื่องว่าเป็น ‘ท่าน’ หรือ ‘เขา’ หรือ ‘พวกเขา’ ” (Cooley. 1964 : 5, 182)

คูลีย์ได้ให้ความสำคัญกับแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นตัวตน หรืออัตมโนทัศน์ (Self Concept) ด้วยการอธิบายลักษณะเชิงสะท้อนของตัวตน โดยเปรียบเทียบตัวตนกับกระจกเงาหรือกระจกส่องตน(The Looking - Glass Self) ซึ่งหมายความว่า คนแต่ละคนคือกระจกเงาสะท้อนผู้อื่นที่ผ่านมา ความคิดเกี่ยวกับกระจกส่องตนนี้ประกอบกันขึ้นด้วยขั้นตอนที่เป็นองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ ประการแรก เป็นขั้นตอนที่บุคคลคิดหรือจินตนาการเกี่ยวกับลักษณะท่าทีของตนในสายตาของบุคคลอื่นว่าเป็นอย่างไร ประการที่สอง เป็นขั้นตอนที่บุคคลคิดหรือจินตนาการเกี่ยวกับการตัดสินของบุคคลอื่นที่มีต่อลักษณะท่าทีนั้นของตน และประการสุดท้ายเป็นขั้นตอนที่บุคคลพัฒนาความรู้สึกต่าง ๆ และตอบสนองต่อการพิจารณาตัดสินเหล่านั้น (Cooley. 1964 : 184) ดังนั้นตัวตนจึงเกิดขึ้นจากกระบวนการแลกเปลี่ยนสื่อสารทางสังคม ตามที่มันสะท้อนอยู่ในสำนึกของบุคคล โดยให้ตัวตนเปรียบเสมือนความคิดของบุคคลอื่นที่มีเกี่ยวกับตนเอง ให้บุคคลอื่นเปรียบเสมือนความคิดของตนเองที่มีเกี่ยวกับบุคคลอื่น การกระทำของบุคคลอื่นที่มีต่อตนเอง และของตนเองที่มีต่อบุคคลอื่น จนกลายเป็นการปะทะกันของความคิดที่มีต่อกันและกันภายในจิตใจ คูลีย์กล่าวเสริมว่า “สังคมเป็นการผสมผสานการทำงานร่วมกันระหว่างตัวตนเชิงจิต (Mental Selves) ของคนหลายคน” ดังนั้นทัศนะจำนวนมากถูกนำมารวมกันเป็นอันหนึ่งอันเดียวโดยผ่านทางกลการแลกเปลี่ยนความประทับใจ (Impression) และการประเมินระหว่างความคิดของเราและของคนอื่น ๆ หลาย ๆ ด้านอย่างต่อเนื่อง สังคมถูกซึมซาบเข้าไปในจิตวิญญาณ (Psyche) ของบุคคล สังคมได้

กลายเป็นส่วนหนึ่งของตัวตนของปัจเจกบุคคลผ่านการกระทำระหว่างกันของคนหลาย ๆ คน ซึ่งเชื่อมและหล่อหลอมพวกเขาเหล่านั้นให้เป็นอินทรีย์ที่เป็นหนึ่งเดียวกัน (Cooley. 1972 : 200 - 201)

นอกจากนี้ตามทัศนะของคูลีย์ในการศึกษาการกระทำของมนุษย์ เขาได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับความหมายที่ผู้กระทำมีต่อสถานการณ์ที่อยู่รอบข้าง ดังนั้นการศึกษาต้องมองให้ลึกลงไปกว่าการบรรยายพฤติกรรมเพียงอย่างเดียว คูลีย์เห็นว่า การศึกษาเกี่ยวกับโลกทางสังคมของมนุษย์ต้องมีศูนย์กลางอยู่ที่ความพยายามค้นหาความหมายที่เป็นอัตวิสัย (Subjective) ของมนุษย์ ที่มีต่อการกระทำของตนเอง และความหมายเหล่านั้นต้องถูกกล่าวว่าเป็นชีวิตของเราทั้งหมดเป็นมนุษย์ที่เป็นหนึ่งเดียวกัน และถ้าเราต้องการมีความรู้ที่แท้จริงเกี่ยวกับชีวิต เราต้องมองชีวิตว่าเป็นเช่นนั้น ถ้าเราตัดมันออกจากกัน (มองชีวิตอย่างเป็นส่วน ๆ) มันจะตายไปจากกระบวนการ (เราจะไม่สามารถเข้าใจชีวิตได้เลย) (Cooley. 1962 : xxi)

เออร์วิง กอฟฟ์แมน (Irving Goffman. 1959) ได้เสนอแนวคิดการปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ในทัศนะที่ว่าด้วยเรื่องปัจเจกบุคคลเป็นผู้สนองต่อผู้อื่น และการตอบสนองจากบุคคลอื่นมาสู่ตน โดยได้เสนอแนวคิดเป็นหลักการไว้ดังนี้ คือ ในความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลนั้น บุคคลพยายามที่จะกระทำให้ตนเองเป็นที่น่าพึงพอใจหรือเป็นที่ประทับใจ แก่ผู้พบเห็น พวกเขาจะสวมบทบาทการกระทำต่าง ๆ เท่าที่จะกระทำได้ เพื่อจะได้มีอิทธิพลต่อการนิยามสถานการณ์ของคนอื่น ๆ ไปในทางที่ดี ในขณะที่เดียวกันบุคคลอื่นก็เช่นเดียวกัน พวกเขาได้แสดงออกถึงการให้นิยามสถานการณ์ มีการลบล้างหรือขัดข้อขัดแย้งต่าง ๆ โดยการซ่อนเร้นความต้องการของตนไว้เพื่อจะได้อยู่ร่วมกันด้วยการยอมรับซึ่งกันและกัน เป็นภาวะที่ต่างฝ่ายต่างร่วมกันสร้างข้อตกลงในการอยู่ร่วมกัน (Working Consensus) ความสัมพันธ์ระหว่างกันดังกล่าวนี้ ถ้าดำเนินต่อเนื่องไปนานเท่าใดก็จะยิ่งทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการแสดงออกเช่นนั้นมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันถ้ามีเหตุการณ์ที่แสดงออกแบบขัดแย้งกันเกิดขึ้น ความสัมพันธ์ทางสังคมก็จะหยุดชะงักลง ภาวะนี้ทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัด โกรธ และรู้สึกไม่สบายใจ

การที่อัตราของบุคคลอื่นคาดหวังให้ปัจเจกบุคคลกระทำตามที่ตนต้องการ และบุคคลแต่ละคนเองก็แสดงตัวตนตามภาพพจน์ที่ผู้อื่นมอบหมายให้ ภาวะเช่นนี้ Goffman (1959 : 22 - 30) เห็นว่าเป็นผลผลิตของปฏิสัมพันธ์เชิงการละคร (Dramaturgy) ระหว่างผู้แสดงกับคนดู โดยมีผู้แสดงเป็นผู้กระทำเพื่อให้เกิดผลทางการแสดงที่เกิดขึ้นจากฉากที่น่าเสนอต่อผู้ดูเท่านั้น ดังนั้นในชีวิตของคนจึงประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนหน้าฉาก (Front Stage or Front Region) คือ สิ่งที่มีมนุษย์กระทำตรงตามความคาดหวังของสังคม หรือเป็นการแสดงที่จัดให้คนได้ดูหรือเห็น อีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนหลังฉาก (Back Stage or Back Region) คือสิ่งที่อยู่หลังฉากไม่ได้ อยู่ในสายตาของคนดู หรืออีกนัยหนึ่งก็คือชีวิตส่วนตัวของบุคคลทั่วไปที่ไม่อยากให้ใครรู้ใครเห็น ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของปัจเจกบุคคล ส่วนเวทีการแสดงหรือฉากคือ สถานการณ์ (Situation) ซึ่งเป็นสภาวะหรือปัญหาที่คนกำลังเผชิญอยู่ในชีวิตจริง กอล์ฟแมนได้แสดงทัศนะต่อไปว่า ในสังคมแล้ว บุคคลทั่วไปจะแสดงการกระทำหรือพฤติกรรมภายนอก (Front Behavior) ออกมาให้ตรงกับความคาดหวังของสังคมเสมอ เพื่อสร้างสัมพันธภาพหรือความประทับใจต่อกัน หรือสร้างภาพพจน์และการดำรงสถานภาพของตนเองไว้ ในขณะที่เบื้องหลังหรือพฤติกรรมส่วนตัว (Back Behavior) อาจแสดงท่าทาง การพูด หรือการกระทำที่ตรงข้ามโดยสิ้นเชิง ซึ่งอาจขัดแย้งกับความคาดหวังของบุคคลอื่นก็ได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เพื่อการดำรงไว้ซึ่งเสถียรภาพและภาพพจน์เกี่ยวกับตนเอง บุคคลจึงตัดสินใจเลือกแสดงบทบาทหรือพฤติกรรมเพื่อให้เห็นในสังคมทั่วไปพึงพอใจและยอมรับได้

เฮร์เบิร์ต บลูเมอร์ (Herbert Blumer, 1969) ได้พัฒนาแนวคิดทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น โดยให้ความหมายของทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ไว้ว่า “หมายถึงข้อเท็จจริงที่เกิดจากกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาวะแวดล้อมผ่านการสื่อสาร และการเรียนรู้ ก่อให้เกิดการตีความหรือให้นิยามซึ่งกันและกัน ในที่สุดนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมที่เป็นตัวตนของตนเอง แทนที่จะมีเพียงปฏิกิริยาต่อการกระทำระหว่างกันและกันเท่านั้น” ซึ่งบลูเมอร์ได้เสนอแนวคิดลักษณะการกระทำระหว่างกันของมนุษย์ที่เกี่ยวกับการตีความหรือให้ความหมายไว้ 3 ประการ (สุชาติ รัชชกุล, 2541 : 27; อ้างอิงจาก Blumer, 1969. *The Methodological Position of Symbolic Interactionis*. p. 148 –185) ดังนี้ คือ

1. สังคมมนุษย์ประกอบด้วยบุคคลทั้งหลายที่มีอัตตา ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเป็นวัตถุแห่งการกระทำของตนเอง กล่าวคือมนุษย์สามารถกระทำกับตนเองเหมือนกับที่กระทำต่อคนอื่น ๆ รับรู้ ชี้นำ ตีความ วัตถุและเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมให้กับตนเอง

2. การกระทำของบุคคลไม่ใช่สิ่งที่ถูกปล่อยจากแรงขับตามธรรมชาติ แต่เป็นผลจากการสร้างสรรค์โดยบุคคลอื่น ๆ จากการบันทึกและการตีความลักษณะต่าง ๆ ของสถานการณ์ที่เขาได้ก่อการกระทำนั้น ๆ ขึ้นมา

3. การกระทำร่วมกันหรือการกระทำของกลุ่ม เป็นผลจากการประสานการกระทำของแต่ละบุคคลเข้าหากัน จากการที่แต่ละคนตีความและคาดหวังถึงการกระทำของกันและกัน

แนวคิดนี้มองภาพรวมทั้งผู้กระทำ การกระทำ และความหมายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการปฏิสังสรรค์ของบุคคลกับภาวะแวดล้อม นอกจากนี้ บลูเมอร์ ยังให้คำอธิบายเกี่ยวกับการปฏิสังสรรค์ของบุคคลว่า เป็นกระบวนการตีความ (Interpretation Process) ที่ประกอบด้วย ขั้นตอนที่สำคัญ 2 ประการ (สุชาติ รัชชกุล, 2541 : 28; อ้างอิงจาก Blumer, 1969. *The Methodological Position of Symbolic Interactionis*. P. 2 – 5) ดังนี้ คือ

ขั้นตอนแรก ผู้กระทำจะเป็นผู้บังคับตัวเองในสิ่งที่ตนเป็นผู้กระทำ คือ บุคคลจะชี้ให้เห็นตัวเองทราบถึงความหมายของการกระทำนั้น ๆ ถือเป็นกระบวนการทางสังคมภายใน (Internalized Social Process) หมายถึงผู้กระทำมีการปฏิสังสรรค์กับตนเองหรือมีกระบวนการสื่อสารกับตนเอง

ขั้นตอนที่สอง เมื่อมีการปฏิสังสรรค์กับตนเองเกิดขึ้นแล้ว การตีความจะเกิดตามมา ฉะนั้นการตีความจึงเป็นการจัดการกับความหมายด้วยลักษณะและวิธีการต่าง ๆ ตามที่ผู้กระทำสามารถที่จะเลือกตรวจสอบ การจัดกลุ่มใหม่ หยุดการกระทำหรือมีการเปลี่ยนแปลงความหมายใหม่ให้เป็นที่ไปตามสถานการณ์ที่ผู้กระทำกำลังเผชิญอยู่ และเป็นผู้กำหนดทิศทางของการกระทำของตนเองได้ เพื่อให้เป็นที่ไปตามความต้องการของผู้กระทำเอง

แนวคิดดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นมนุษย์ (Human Being) ตามทัศนะนี้ คือ บุคคลเป็นผู้เลือกที่จะกระทำ (Active) มากกว่าเป็นผู้ถูกกระทำ (Passive) กล่าวคือ บุคคลเป็นผู้คิดริเริ่มและลงมือทำการต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการปฏิสังสรรค์กับตนเอง ที่เกิดจากการตีความต่อสถานการณ์ที่ตนเองประสบ จนในที่สุดจึงนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ นั่นคือบลูเมอร์เชื่อว่า กระบวนการชี้นำตนเอง (Process of Self-Indication) มีนัยสำคัญต่อการกระทำของแต่ละบุคคล บุคคลเป็นผู้มีศักยภาพมีความสามารถที่จะปฏิสังสรรค์กับตนเอง สามารถรวบรวมความคิด ตีความ ให้ความหมายแก่สิ่งต่าง ๆ ที่เขาประสบอยู่ และชี้นำการกระทำของตนเองได้ (นิรนาท แสนสา, 2543 : 33-34; อ้างอิงจาก Wallace and Wolf, 1995. *Contemporary Sociological Theory : Continuing the Classical Tradition*. p. 198)

ทัศนะเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจเจกบุคคลและสังคมนั้น โดยข้อเท็จจริงที่ว่า สังคมเป็นปรากฏการณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่ว่าจะป็นกิจกรรมภายนอกหรือจิตสำนึกภายในของบุคคล และไม่มีส่วนใดในสังคมได้รับการยกเว้น ในขณะที่เดียวกันบุคคลก็เป็นผลผลิตทางสังคมเช่นกัน ความเป็นมาของบุคคลล้วนเกิดจากความ เป็นมาของสังคมทั้งสิ้น ผลของกระบวนการทางสังคม (Social Process) ที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันกับสถานการณ์รอบข้าง ก่อให้เกิดการตีความ ให้ความหมายต่อสิ่งต่าง ๆ ด้วยการปฏิสังสรรค์กับตนเอง ซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นด้วยสัญชาตญาณ แต่เกิดจากการคิดใคร่ครวญต่อรองกับตนเองแล้ว กระบวนการตีความเพื่อก่อให้เกิดความหมายเป็นเครื่องมือของการสร้างการกระทำ จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงความหมายในการกระทำต่าง ๆ ของบุคคล ผ่านทางกระบวนการปฏิสังสรรค์กับตนเอง (Process of Self-Interaction) กล่าวคือ สังคมมนุษย์ไม่ได้ประกอบด้วยวัตถุที่มีความหมายในตัวของมันเอง แต่ความหมายนั้นขึ้นอยู่กับการตีความที่มนุษย์มีต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แวดล้อม และทิศทางในการตีความของบุคคลแต่ละคนนั้นขึ้นอยู่กับบริบทแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอยู่กับค่านิยม ความเชื่อและทัศนะในการมองชีวิตและโลกที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ก่อเกิดความ เป็นปัจเจกบุคคลแต่ละคนขึ้น ซึ่งความเป็นตัวตนจะดำรงอยู่และมีเอกลักษณ์ที่จะกระทำการต่าง ๆ สำหรับชีวิตของตนเอง

สรุปคำอธิบายสำหรับการแสดงพฤติกรรมความเป็นตัวตนของบุคคล ตามแนวคิดทฤษฎีปฏิสังสรรค์ สัญลักษณ์นั้น เป็นผลจากการที่บุคคลเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง อันเป็นผลเนื่องมาจาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของบุคคลกับบริบทแวดล้อมและตนเอง ส่งผลให้เกิดการแสดงพฤติกรรมที่เป็นการกระทำของบุคคล ในลักษณะของการตอบสนอง ซึ่งประกอบขึ้นจากปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญสองประการ คือ ประการแรกเกิดจากความตั้งใจที่จะกระทำภายในตน และประการที่สองเกิดจากการถูกควบคุมหรือบีบบังคับจากภายนอก ส่งผลให้เกิดแรงผลักดันให้มนุษย์เลือกที่จะแสดงการกระทำหรือมีพฤติกรรมภายนอก (Presentation of Front) ให้สังคมเห็น เพื่อให้เป็นไปตามแรงปรารถนาที่สังคมคาดหวังหรือต้องการ ในขณะที่เดียวกันก็มีเป้าหมายที่ตนเองต้องการ (Internal Intention) แอบแฝงอยู่ในการกระทำนั้น ๆ ด้วยเสมอ ในการตัดสินใจแสดงพฤติกรรมได้ออกมานั้น บุคคลจำเป็นต้องใช้กลวิธี (Strategies) เพื่อสร้างทางเลือกในการเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้จะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้ และจินตนาการของแต่ละบุคคล ที่ได้รับมาตั้งแต่เด็กจนโต (Woods. 1983 : 9 – 10) กลวิธีที่บุคคลตัดสินใจเลือกปฏิบัติ (Action) เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายนั้นจะผ่านการต่อรอง (Negotiation) ก่อนเสมอ นั่นคือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงการกระทำออกมานั้น ได้ผ่านการกระทำระหว่างกันของมนุษย์ในสังคมก่อน เมื่อเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง โดยให้ความสำคัญในการทำความเข้าใจพฤติกรรมของปัจเจกบุคคล โดยการศึกษา บุคคลจะเป็นผู้กำหนดหรือให้ความหมายต่อพฤติกรรมของตนเองที่มีต่อสถานการณ์ต่าง ๆ (Subjective Meaning) จากนั้นบุคคลจึงจะตัดสินใจเลือกกลวิธีไปสู่การปฏิบัติจริง โดยผ่านกระบวนการต่อรองเพื่อให้ตนได้รับประโยชน์สูงสุด แล้วตัดสินใจเลือกวิธีการนั้น ไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติของตนต่อไป

ผู้วิจัยนำแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์มาใช้เป็นกรอบความคิดในการวิจัยครั้งนี้เพราะ ผู้วิจัยมีความเชื่อว่า พฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว คือ พฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตนนั้น “เป็นตัวตนของนักฟิสิกส์” และพฤติกรรมดังกล่าวเกิดจากการหล่อหลอมด้วยกระบวนการขัดเกลาทางสังคม อันเนื่องมาจากกระบวนการที่จิตของมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง ตามนิยามความหมายของ

การเรียนรู้ และจากการขัดเกลาทางสังคมได้ก่อให้เกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง แนวคิดดังกล่าวจึงสอดคล้องกันกับทัศนภาพของแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลกับบริบทแวดล้อม โดยเน้นไปที่บุคคล ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้กระทำทางสังคม เป็นผู้กำหนดหรือตีความ ให้ความหมาย การกระทำของตนเอง ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ตนเองเผชิญอยู่ ก่อให้เกิดการหล่อหลอมพฤติกรรมกลายเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ขึ้น การนำแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์มาใช้ในการศึกษาวิจัย จะช่วยในการอธิบาย เพื่อทำความเข้าใจความหมายของการก่อเกิดตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ว่า ก่อเกิดขึ้นได้อย่างไร ในกระบวนการตัดสินใจ มีเงื่อนไข ปัจจัยใดเกี่ยวข้องบ้าง และปัจจัยเหล่านั้นมีอิทธิพลอย่างไรในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาความเป็นตัวตน ตามแนวคิดการตัดสินใจเลือกแสดงพฤติกรรมสะท้อนความเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ตามแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์นั้นพบว่า มีงานวิจัยที่สะท้อนกับ “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” ดังนี้ คือ

2.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง

ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น Thurstone, Burt, Vernon, Humphreys, Guilford, Jensen และ R. B. Cattell พยายามศึกษาในเรื่องสมรรถภาพทางสมอง (Mental Ability) กับการเรียนรู้ เนื่องจากมีทัศนะว่า “สมรรถภาพทางสมองหรือความสามารถทางสมองเป็นขีดความสามารถระดับสูงสุดของการกระทำของบุคคลที่สร้างสมมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการเรียน การประกอบอาชีพต่าง ๆ ตามความสามารถนั้น ๆ ให้ได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายแห่งตน” (ชานินทร์ เสนีย์วงษ์ ณ อยุธยา. 2539 : 6; อ้างอิงจาก warren. 1934. *Dictionary of Psychology*. p. 18 และ Garrett. 1959. *Testing for teachers*. p. 131) และได้มีความพยายามสร้างแบบวัดสมรรถภาพทางสมองขึ้นมา เพื่อใช้ทดสอบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียน ซึ่งผลการศึกษาที่น่าสนใจ คือ ผลงานศึกษาวิจัยของ ชานินทร์ เสนีย์วงษ์ ณ อยุธยา (2539 : บทคัดย่อ); Brown & Johnson (1952 : 3 – 4) และ Ackerson (1966 : 44) ที่พบว่าสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล ด้านภาษา ด้านความจำ และด้านตัวเลขหรือการคำนวณ มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และหรือฟิสิกส์ในทางบวก

2.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมด้านจิตพิสัย

ในการศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยบางประการต่อพฤติกรรมทางด้านจิตพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ความชอบ เจตคติ คุณค่า และการเห็นคุณค่าที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะพฤติกรรมทางจิตพิสัยที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวกนั้น มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้แสดงทัศนะไว้ อาทิเช่น สุชา จันท์ธอม และสุรางค์ จันท์ธอม (2518 : 72 - 73) กล่าวว่า “ความสนใจในวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสภาพจิตใจและหาว่าปัญญาของเด็ก...เด็กที่มีปัญญาค่าจะสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่มากอย่างและไม่สลับซับซ้อนนัก ผิดกับเด็กที่มีสติปัญญาสูงมักจะสนใจหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกันและเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนมาก” อัญชลี สิริรินทร์วรางค์ (2530 : 98) เสนอว่า ควร

จัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้ผู้เรียนเกิดความสนใจวิทยาศาสตร์...เป็นการก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ Powell (1963 : 330) กล่าวว่า "...ระดับความสนใจของบุคคล...เปรียบเสมือนแรงผลักดันอันหนึ่งที่กระตุ้นให้บุคคลกระทำการ... หรือกิจกรรมใดแล้ว... สำเร็จลุล่วงหรือได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย" ซึ่งผลการศึกษาน่าสนใจมีดังนี้ คือ

ศรีรัตน์ เจริญศรี (2513 : 755) ได้ทำการศึกษาพบว่า การได้รับและการติดตามข่าวสารจากรายการโทรทัศน์ วิทยุหรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การอุทัย มหันตวงศ์ (2531 : 45) ได้ศึกษาสภาพการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมความสนใจในวิทยาศาสตร์ พบว่า การเล่นเกมหรือของเล่นทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง การปฏิบัติจริง การศึกษานอกสถานที่และการใช้สื่ออุปกรณ์ประกอบการสอนของครู เป็นกิจกรรมที่มีผลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อานนท์ นันกระโทก (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ตัวพยากรณ์ที่มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ คือ การติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และการสนับสนุนของครอบครัว Hasan (1975 : 15 - 25) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แรงจูงใจของครูวิทยาศาสตร์ ความต้องการประกอบอาชีพตามความคาดหวังของนักเรียนและความคาดหวังของผู้ปกครอง และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเสริมหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ มีผลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Hoffman (1985 : 71 - 80) ได้ศึกษาพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงความสนใจในฟิสิกส์และเทคโนโลยีของนักเรียน ตั้งแต่เริ่มเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จนกระทั่งนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมระยะเวลาในการศึกษา 6 ปี ผลการศึกษาส่วนหนึ่งพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความสนใจในฟิสิกส์และเทคโนโลยีของนักเรียน คือ ความถนัดทางฟิสิกส์ ความสามารถในการเรียนฟิสิกส์ มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอน การจัดช่วงเวลาของการเรียน การจัดกิจกรรมยามว่างในโรงเรียน รูปแบบของครอบครัว แรงกระตุ้นจากครอบครัว และการสนับสนุนของครอบครัว และ Pittman (1993 : 4720) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ความสามารถของนักเรียน วิธีสอนของครู จิตวิทยาการสอน และสิ่งแวดล้อม มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.3 การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้พยายามพัฒนารูปแบบ ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยในการพัฒนาเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งทางความคิดและการกระทำ ตามแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาการใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่น่าสนใจมีดังนี้ คือ ผลงานศึกษาวิจัยของ สุมาลี พลราษฎร์ (2529 : 60); วิจรอง โรจนกุล (2530 : 97 - 99); Kolebas (1972 : 4443 - A) และ David (1976 : 4164 - A) ได้ทดลองพัฒนาบทเรียน โดยนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหา โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการค้นหาคำตอบด้วยตัวของนักเรียนเอง มาทดลองใช้สอนภายใต้การกำกับ ชี้แนะและกระตุ้นจากครูผู้สอน เปรียบเทียบกับการจัดกิจกรรมการเรียนตามรูปแบบการสอนตามปกติที่แนะนำไว้ในคู่มือครูและ/หรือตำราเรียน พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าแตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบปกติ ที่แนะนำไว้ในคู่มือครูและ/หรือตำราเรียนที่ใช้อยู่เดิม

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์งานศึกษาวิจัยดังกล่าว มานำเสนอเฉพาะที่น่าสนใจในประเด็นที่จะช่วยอธิบาย เพื่อตอบคำถามในปัญหาการวิจัยถึงกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ในครั้ง นี้ และจากลักษณะของ งานวิจัยที่น่าเสนอดังกล่าวจะพบว่า เป็นงานวิจัยที่ให้ความสนใจกับข้อมูลเชิงปริมาณเท่านั้น จึงมีข้อจำกัดในการ อธิบายความของข้อมูลหลายประการ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก ข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือและวิธีการในการจัดเก็บ ข้อมูล ลักษณะของความชัดเจนของข้อมูล รูปแบบในการได้มาซึ่งข้อมูล รวมทั้งสถิติที่ใช้ในการแปลความหมาย การอธิบายข้อมูล สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดข้อจำกัดในการอธิบายความ ทำความเข้าใจขั้นตอนการก่อเกิดตัวตนความเป็น นักฟิสิกส์ของบุคคล ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาของการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยดังที่ได้กล่าวมา

แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยตามที่คุณผู้วิจัยได้รวบรวมสังเคราะห์มานำเสนอไว้ นั้น เป็นเครื่องชี้ ให้เห็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ถึงเงื่อนไข ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ของนักเรียน นับตั้งแต่เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง สภาวะแวดล้อมทางสังคมบางประการต่อผล ทางด้านจิตพิสัย (ซึ่งถึงแม้ไม่สามารถบ่งชี้อิทธิพลของปัจจัยเหล่านั้นต่อการเกิดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่เป็น คุณลักษณะเฉพาะของความเป็นนักฟิสิกส์ได้ชัดเจนนัก) และจากกระบวนการพัฒนาเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ด้วยการจัดรูปแบบประสบการณ์การเรียนรู้บางประการให้กับผู้เรียน สิ่งเหล่านี้ได้มีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยใช้เป็น แนวคิดพื้นฐานในการวิจัยกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ ของนักเรียน ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ดังนั้นในการศึกษาวิจัย เรื่องกระบวนการเข้าสู่ความเป็น นักฟิสิกส์ของนักเรียนในครั้งนี้นั้น ผู้วิจัยขอแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของ นักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ดังต่อไปนี้

กระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน

“กระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” หรือ “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของ นักเรียน” ที่ผู้วิจัยนำเสนอต่อไปนี้ เป็นผลสรุปแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียนที่ ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษา เพื่อสะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของนักเรียนผู้มี โอกาส เข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยต้องการนำเสนอเพื่อชี้ให้เห็นเงื่อนไข และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหล่อหลอมพฤติกรรมที่สะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ หรือสะท้อนปรากฏการณ์ ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า กระบวนการก่อเกิดพฤติกรรมดังกล่าว เป็นกระบวนการ ขัดเกลากายทางสังคม อันเนื่องมาจากนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์อยู่กับบริบทแวดล้อมทางสังคม ที่ประกอบไปด้วย ครอบครัว สถาบันการศึกษา กลุ่มเพื่อน สื่อมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วยเงื่อนไข ปัจจัยบางประการ ได้ก่อให้เกิด การปฏิสังสรรค์กับตนเองของนักเรียน ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ทำให้นักเรียนพัฒนาพฤติกรรมความ เป็นตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว โดยพฤติกรรมที่สะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยนำมา ใช้ เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่ได้จากการศึกษาชีวประวัติของ “กาลิเลโอ กาลิเลอี” แล้วนำมาเทียบเคียงกับปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางความคิด ที่ได้จากการวิเคราะห์นิยามความหมายของ “ความเป็นนักฟิสิกส์” ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์สร้างนิยาม

ความหมายดังกล่าวขึ้นมาจากแนวคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” ดังกล่าว จึงเป็นพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน เป็นการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของนักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวคิดในการศึกษา เพื่อฉายให้เห็นภาพตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนในครั้งนี้ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าว คือ

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน

1. พฤติกรรมที่สะท้อนความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ

“ความเชื่อ” เป็นพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ เป็นความรู้สึกรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่เชื่อว่า ปรากฏการณ์ทั้งหลายในเอกภพเป็นสิ่งที่มียุ่อยู่จริง เกิดขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ ภายใต้หลักของเหตุผล และสามารถศึกษาทำความเข้าใจได้ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าว คือ

1.1 ชอบและดำเนินการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ แสวงหาเหตุผลที่เกี่ยวข้อ และให้นิยามความหมายได้ในลักษณะเชิงปริมาณ

1.2 ชอบและดำเนินการพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือทำการทดลอง ค้นหาข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสร้างสรรค์เป็นจินตนาการที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์

1.3 สร้างและ/หรือแสวงหาเครื่องมือ เพื่อช่วยในการขยายขอบเขตในการค้นหาข้อมูลเชิงประจักษ์ และข้อมูลเชิงปริมาณจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. พฤติกรรมที่สะท้อนระบบความคิดในการแสวงหาความจริง

“ระบบความคิด” เป็นพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นระบบความคิดของนักเรียนที่เป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา หรือวิธีคิดค้นคว้าแสวงหาความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติดังนี้ คือ แนวคิดในเชิงการนิรนัย การอุปนัย แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (ตรรกศาสตร์) แนวคิดทางการทดลอง แนวคิดในการตั้งสมมติฐานหรือทฤษฎีจากประสบการณ์จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งความคิดแบบหยั่งรู้ โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือช่วยให้ระบบความคิดประสบผลสำเร็จ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวคือ

2.1 การยอมรับข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยการพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือการทดลอง

2.2 การใช้แนวคิดเชิงประจักษ์ในการแสวงหาข้อความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.3 การเป็นผู้จินตนาการในการมอง หรือสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเหตุผลที่เกี่ยวข้อ โดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์

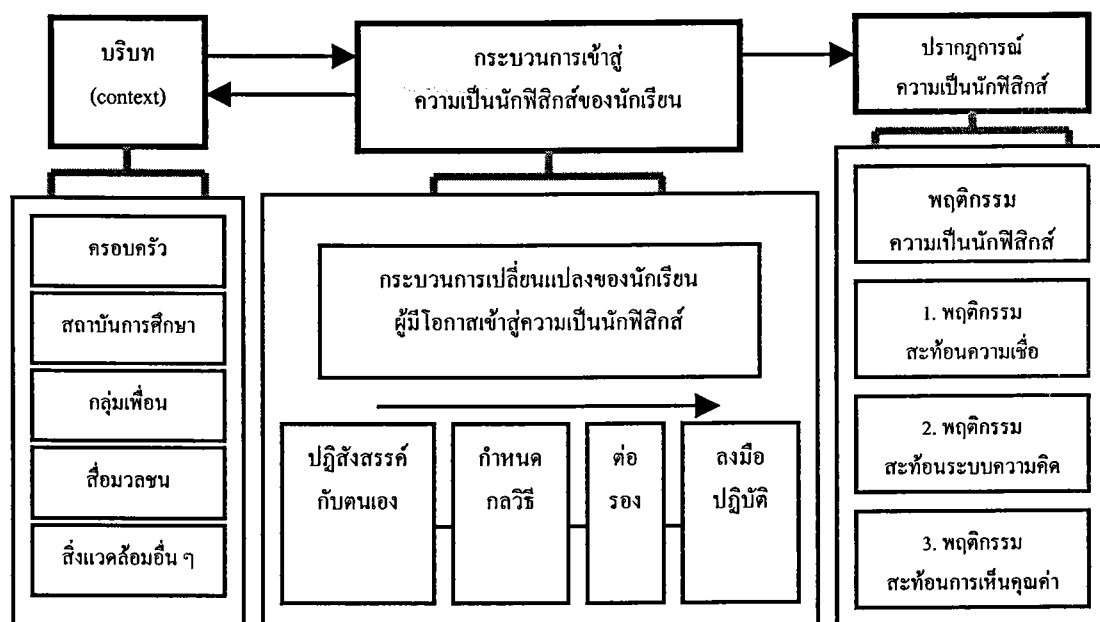
3. พฤติกรรมที่สะท้อนการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน

“คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพ” เป็นพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นการพัฒนาสร้างสรรคคุณลักษณะเฉพาะตนที่เป็นแบบ

ของความประพุดติ หรือค่านิยมที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวคือ

- 3.1 การมีอิสระทางความคิด
- 3.2 การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างพินิจพิเคราะห์ หรือมีวิจารณ์ญาณ
- 3.3 การอธิบายหรือแสดงข้อความจริง โดยอาศัยหลักของเหตุผล
- 3.4 การมีความกล้าหาญในการศึกษาและพิสูจน์ข้อความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่สะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการพัฒนาตน หรือกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณะ เพื่อทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนและเงื่อนไข ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเริ่มตั้งแต่บุคคลมีการรับรู้ในปฏิสัมพันธ์ระหว่างตนกับบริบทแวดล้อม แล้วเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง เกิดการตีความ ให้ความหมาย ต่อสถานะการณ์ที่ตนเองประสบ จนในที่สุดนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ออกมา ตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิดทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณะ

ภาพประกอบดังกล่าว ผู้วิจัยจะขอนำเสนอสาระสำคัญที่เกิดขึ้นในกระบวนการหล่อหลอมนักเรียนหรือกระบวนการขัดเกลาทางสังคม ต่อให้นักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ทำให้เกิดการพัฒนาพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ที่เกี่ยวกับ ความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่า ที่เป็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งกระบวนการพัฒนาพฤติกรรม

ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น สามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิด ทฤษฎีปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ซึ่งมีกระบวนการสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์กับตนเอง การกำหนดวิธีการหรือกลวิธี การต่อรองกับตนเองและสังคม และการลงมือปฏิบัติตามแนวคิดที่ตัดสินใจนั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การมีปฏิสังสรรค์กับตนเอง (Self - Interaction)

“การมีปฏิสังสรรค์กับตนเอง” เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของบุคคล ที่มีความสัมพันธ์อยู่กับสถานะแวดล้อมในสังคม นับตั้งแต่แรกเกิดบุคคลย่อมได้รับการอบรมขัดเกลาตามกระบวนการทางวัฒนธรรม จากสถาบันครอบครัว สถาบันทางสังคม และสถาบันทางการศึกษา ที่บุคคลนั้นเกี่ยวพันอยู่ บุคคลจะเกิดการรับรู้-เรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งการเลียนแบบสวभावพาท ก่อเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง เป็นการคิดทบทวนโต้ตอบกับตนเอง โดยการตีความ และให้ความหมาย อันเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับบริบทแวดล้อมและกระบวนการขัดเกลานั้น ๆ ที่เขากำลังประสบอยู่

กระบวนการโต้ตอบกับตนเอง โดยการตีความ ให้ความหมายต่อสถานะการณ์แวดล้อมต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลนั้นย่อมแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะส่วนบุคคล อันเกิดจากความสามารถทางกรรมพันธุ์และสายพันธุ์ทางชีวภาพของแต่ละบุคคล และประสบการณ์ชีวิตอันเป็นผลมาจากกระบวนการขัดเกลาทางสังคม ก่อเกิดเป็นโลกทัศน์ส่วนบุคคล ที่ประกอบไปด้วยความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ ความศรัทธา เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ ซึ่งในการปฏิสังสรรค์กับตนเองของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยสนใจศึกษาว่า ก่อเกิดขึ้นมาได้อย่างไร สอดคล้องอย่างไรกับการทำให้เกิดพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์

ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ได้นำเสนอไว้นั้น พบว่า ในขั้นตอนการปฏิสังสรรค์กับตนเองนั้น จะเกี่ยวพันกับกระบวนการขัดเกลาทางสังคม และกระบวนการเรียนรู้ทางสังคม ภายใต้กฎเกณฑ์ของวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับที่ L. Broom and P. Selznick (1968 : 84) ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับการขัดเกลาทางสังคมไว้ว่า “...เป็นการถ่ายทอดวัฒนธรรมของบุคคลตั้งแต่เกิดจนกระทั่งสามารถเรียนรู้ ตลอดจนสามารถมีส่วนร่วมในสังคมได้... จนกระทั่งเป็นผู้ใหญ่... รวมทั้งเป็นการเพิ่มพูนความสามารถและการพัฒนาบุคคลให้เจริญงอกงาม ทำให้องค์ประกอบทางชีวภาพเป็นมนุษย์ขึ้นมา และแปรสภาพมาเป็น “ตัวตน” เกิดความสำนึกในลักษณะเฉพาะตัว ลักษณะนิสัยอยู่ในแบบแผน ก่อเกิดอุดมการณ์ คุณค่าและความทะเยอทะยาน เป็นการกำหนดอุปนิสัยและเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นในความเป็นปัจเจกบุคคล” ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาของงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อพฤติกรรมด้านจิตพิสัย พบว่าได้สะท้อนแนวคิดดังกล่าว กล่าวคือ อิทธิพลของครอบครัว สังคม สถานะแวดล้อมภายในสถานศึกษา รวมทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนมีผลต่อความรู้สึกนึกคิดของบุคคล นอกจากนั้นแล้วยังเกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่เฉพาะเจาะจง ดังผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองกับการเรียนรู้ และรูปแบบวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นแนวคิดที่เป็นวัฒนธรรมทางการศึกษา ที่เป็นตัวกำหนดนโยบายและแนวทางในการจัดการศึกษาในสถานศึกษานั้นเอง สถานการณ์ทั้งหมดเหล่านี้มีผลต่อความรู้สึกนึกคิดของนักเรียน ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่สะท้อนให้เห็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด คือ ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน

ดังนั้นในการศึกษาขั้นตอนของการมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง เพื่อแสวงหาคำอธิบาย และทำความเข้าใจ กระบวนการดังกล่าวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใช้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการจัดเวลาทางสังคม และทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการศึกษาวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการก่อเกิดตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์จากรูปแบบและปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากตัวแทนที่เป็นบริบท (Context) แวดล้อม ในกระบวนการจัดเวลาทางสังคมอันประกอบไปด้วย ครอบครัว สถาบันทางการศึกษา กลุ่มเพื่อน สื่อมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ว่าเกิดขึ้นอย่างไร ซึ่งมีสาระที่น่าสนใจดังนี้

1.1 ครอบครัว

ครอบครัวเป็นบริบทแวดล้อมแรกที่เกิดได้สัมผัส และเป็นตัวแทนอันดับแรกของการอบรม จัดเวลาทางสังคม ที่มีบทบาทสำคัญมาก เพราะเด็กส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ในครอบครัว ปฏิสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดสนิทสนม ระหว่างเด็กกับพ่อ แม่ พี่น้อง และญาติ ๆ รวมทั้งเพื่อนบ้าน ส่งผลต่อแบบแผนของการคิดการกระทำของเด็ก ปัจจัยที่มักมีบทบาทต่อกระบวนการจัดเวลาหรือการอบรมเลี้ยงดูกับเด็ก มีหลายประการ อาทิเช่น ขนาดของครอบครัว ฐานะทางเศรษฐกิจ ลำดับที่ของการเกิด และวิธีการอบรมเลี้ยงดูเด็ก ปัจจัยเหล่านี้ได้ก่อให้เกิดคำถามต่อผู้วิจัยว่า มีความหมายต่อกระบวนการปฏิสัมพันธ์ต่อตนเองของเด็กอย่างไร ส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดที่เกี่ยวกับความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่าซึ่งเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร

การศึกษาพบว่าครอบครัวที่มีขนาดเล็ก เด็กมักจะได้รับการอบรมเลี้ยงดูอย่างใกล้ชิด โอกาสที่พ่อแม่จะถ่ายทอดความคาดหวังของคนไปให้แก่เด็ก และให้เด็กรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าครอบครัวขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับเด็กที่มาจากพ่อแม่ที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กที่เกิดลำดับแรกของครอบครัว มักประสบผลสำเร็จในตอนเป็นผู้ใหญ่มากกว่าเด็กที่เกิดมาในลำดับหลัง ทั้งนี้เพราะเด็กที่เกิดลำดับแรกมักจะได้รับการดูแลเอาใจใส่ในช่วงที่ยังอยู่ในวัยทารกมากกว่า ขณะเดียวกันเมื่อโตขึ้นจะมีโอกาสได้พูดคุยกับพ่อแม่มากกว่าเช่นกัน เป็นผลให้ได้เรียนรู้ความคาดหวังของพ่อแม่เกี่ยวกับแบบแผนความประพฤติทั้งที่บ้านและโรงเรียน (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2538 : 341)

สำหรับวิธีการอบรมเลี้ยงดูเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่ที่ปฏิบัติต่อลูก และเป็นบรรยากาศภายในครอบครัวนั้น พบว่าลักษณะของพ่อแม่ (Parenting styles) ที่ปฏิบัติต่อลูก ถือได้ว่า มี 2 ลักษณะสำคัญ ดังนี้ คือ ลักษณะแรก พ่อแม่แบบเข้มงวดกวดขัน คือ พ่อแม่มีความคาดหวังให้ลูกมีวุฒิภาวะ มีความต้องการหรือสั่งการให้ลูกมีพฤติกรรมรับผิดชอบ มีความรู้สึกลึกซึ้งสูง และชอบออกคำสั่ง (parental demandingness) และลักษณะที่สอง พ่อแม่แบบปล่อยใจให้เด็กมีอิสระเสรี คือ พ่อแม่ปล่อยให้ลูกเป็นอิสระ มีการประนีประนอมพูดคุย มีการยอมรับ และรับผิดชอบต่อช่วยเหลือ (Parental responsiveness) จากลักษณะของพ่อแม่ที่ปฏิบัติต่อลูกดังกล่าว สามารถแสดงเป็นภาพประกอบตามแนวคิดของ แมคคอบบี้ และมาร์ติน (นิรนาท แสนสา. 2543 : 63; อ้างอิงจาก Cummings. 1995. *Adolescence A Developmental Perspective*. p. 415-416 ; citing Maccoby & Martin. 1983.) ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้ คือ

ลักษณะการยอมรับช่วยเหลือ (Responsiveness)	ลักษณะการควบคุมคาดหวังสั่งการ (Demandingness)	
	สูง	ต่ำ
	ช่วยเหลือกำกับดูแล (Authoritative)	ตามใจ (Indulgent)
	บงการ (Authoritarian)	ละเลยทอดทิ้ง (Indifferent)

ภาพประกอบ 3 แสดงการจำแนกลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูก ตามแนวคิดของ แมคคอบี และมาร์ติน (Maccoby and Martin, 1983)

ภาพประกอบดังกล่าว สามารถสรุปลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูก ได้เป็น 4 ลักษณะย่อย ดังนี้ คือ ลักษณะย่อยที่ 1 คือ พ่อแม่ที่มีการยอมรับช่วยเหลือสูง และควบคุมคาดหวังสั่งการสูง เรียกว่า พ่อแม่แบบช่วยเหลือกำกับดูแล (Authoritative) ลักษณะย่อยที่ 2 คือ พ่อแม่ที่มีการยอมรับช่วยเหลือสูง และควบคุมคาดหวังสั่งการต่ำ เรียกว่า พ่อแม่แบบตามใจ (Indulgent) ลักษณะย่อยที่ 3 คือ พ่อแม่ที่มีการควบคุมคาดหวังสั่งการสูง แต่มีการยอมรับช่วยเหลือต่ำ เรียกว่า พ่อแม่แบบบงการ (Authoritarian) และลักษณะย่อยที่ 4 คือ พ่อแม่ที่มีการยอมรับช่วยเหลือต่ำ และควบคุมคาดหวังสั่งการต่ำ เรียกว่า พ่อแม่แบบละเลยทอดทิ้ง (Indifferent) ซึ่งลักษณะรายละเอียดของพ่อแม่ทั้ง 4 แบบย่อย มีดังนี้ คือ

1.1.1 พ่อแม่แบบช่วยเหลือกำกับดูแล (Authoritative) เป็นลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูกด้วยเหตุด้วยผล สนใจเรื่องราวของลูก มีการปรึกษาหารือกันบ่อย และมีการพูดคุยอธิบายถึงระเบียบวินัยข้อปฏิบัติต่าง ๆ ให้ลูกทราบ มีสัมพันธภาพที่อบอุ่น และมั่นคง พ่อแม่ลักษณะนี้จะกำหนดมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติตนของลูก และกำหนดได้ตรงกับความต้องการและความสามารถของลูก พ่อแม่มีความเชื่อว่าลูกเป็นผู้ที่มีความสามารถ มีพัฒนาการในการขึ้นนำตนเองและพึ่งพาตนเองได้

1.1.2 พ่อแม่แบบตามใจ (Indulgent) เป็นลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูกแบบให้อิสระกับลูกสูงมากที่จะทำตามใจที่ต้องการ โดยเชื่อว่าการควบคุมเป็นการละเมิดอิสรภาพของลูก ซึ่งอาจกระทบกระเทือนต่อความสุขของลูกและไม่คิดที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของลูก พ่อแม่ลักษณะนี้จะเรียกร้องคาดหวังจากลูกน้อยมาก

1.1.3 พ่อแม่แบบบงการ (Authoritarian) เป็นลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูกแบบยึดตนเองเป็นตัวตั้ง ชอบออกคำสั่ง ลูกจะต้องเชื่อฟังและยอมรับในกฎเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ที่พ่อแม่ตั้งขึ้นในการบังคับอย่างเด็ดขาด พ่อแม่ลักษณะนี้มีค่านิยมสูงในเรื่องการเชื่อฟังและทำตามคำสั่ง ไม่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างพ่อ แม่ ลูก ไม่สนับสนุนพฤติกรรมที่เป็นตัวของตัวเอง และขีดจำกัดวง กีดกันความพยายามมีอิสระ ที่จะชี้นำชีวิตไปในทิศทางที่ลูกต้องการ

1.1.4 พ่อแม่แบบละเลยทอดทิ้ง (Indifferent) เป็นลักษณะของพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับลูกแบบไม่เอาใจใส่ รับรู้เรื่องราวความเป็นไปของลูกน้อยมาก ไม่สนใจต่อเรื่องราวเหตุการณ์ของลูก ไม่มีส่วนร่วมในการรับฟัง หรือพิจารณาถึงการแสดงความคิดเห็นของลูกเมื่อมีการตัดสินใจ เป็นลักษณะของพ่อแม่ที่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Parent centered) คือพวกเขาจะกำหนดวิถีชีวิตภายในบ้านขึ้นอยู่กับความสนใจ และความ

ต้องการของพวกเขาเอง โดยไม่สนใจว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อพัฒนาการที่ดีหรือไม่ดีของลูกเลย อาจเรียกได้ว่าเป็นพ่อแม่แบบทอดทิ้ง (Neglectful)

บริบทแวดล้อมภายในครอบครัว เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาถึงโลกทัศน์ของนักเรียนว่า จากลักษณะของครอบครัวดังกล่าว มีความหมายและผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ก่อเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร และนักเรียนก่อเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเองอย่างไร

1.2 สถาบันการศึกษา

สถาบันการศึกษาหรือโรงเรียน นับได้ว่าเป็นบริบทแวดล้อมที่สำคัญในกระบวนการอบรมขัดเกลาทางสังคม เพราะโรงเรียนเป็นสถานที่ในการทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ ทักษะ ความเชื่อ ค่านิยมที่เป็นวัฒนธรรมของสังคมให้กับผู้เรียน สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงเรียน จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาว่า ได้ก่อให้เกิดความหมาย ส่งผลต่อทิศทางการมีปฏิสังสรรค์กับตนเองอย่างไรขึ้น ในตัวนักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ทั้งทางความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่า รวมทั้งเงื่อนไขปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปฏิสังสรรค์ขึ้นกับตัวนักเรียน และคาดว่าจะมีผลกระทบโดยตรงต่อพฤติกรรมที่เป็นการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยให้ความสนใจศึกษามี 2 ประการคือ ประการแรก เป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวกับตัวครู และประการที่สอง เป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวกับบรรยากาศภายในโรงเรียน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอสาระเป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขปัจจัยแต่ละประการ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวนักเรียนกับสถาบันการศึกษา ซึ่งคาดว่าจะมีผลก่อให้เกิดพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ดังนี้

1.2.1 เงื่อนไขที่เกี่ยวกับตัวครู

ครูดตามแนวคิดของนักปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ถือได้ว่าเป็นบุคคลผู้มียุทธศาสตร์สำคัญต่อการรับรู้ ติความ ให้ความหมาย และการกำหนดกลวิธีต่าง ๆ ของนักเรียน เพื่อเลือกปฏิบัติตอบสนองต่อปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น และมีผลต่อการตอบสนองในลักษณะการเลียนแบบ สวมบทบาทความเป็นตัวตนได้ ครูจึงเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญต่อนักเรียน และบรรยากาศในชั้นเรียน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีคำถามว่า ครูเป็นบุคคลที่ก่อให้เกิดนักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ เกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเองอย่างไร และครูมีความหมายต่อพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดที่เกี่ยวกับ ความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่า ที่เป็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร

ทั้งนี้แนวคิดที่เกี่ยวกับความเป็นครูที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการพิจารณาศึกษาว่า จะมีผลต่อการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนในครั้งนี้มี 2 ประการคือ บุคลิกภาพของครู และความสามารถในการสอนของครู

1) บุคลิกภาพของครู

บุคลิกภาพของครู เป็นคุณลักษณะทั้งทางกายภาพและจิตใจ ที่สะท้อนออกมาเป็นพฤติกรรมของครู มีผลต่อการสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนในห้องเรียน ทั้งนี้เพราะ จากความหมายของบุคลิกภาพของครู เพ็ญพิมล คุศิริวิเชียร (2538 : 13) ได้ให้คำอธิบายดังนี้ คือ “คุณลักษณะที่เป็นกิริยา ท่าที รูปร่าง หน้าตา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยมต่าง ๆ ที่ครูแต่ละคนมีเป็นแบบฉบับเฉพาะของตน” ซึ่งจากการศึกษาวิจัยของ

มันทนา ปิยะมาตา (2511 : 71-73); เฉลียว บุรีภักดี และคณะ (2520 : 367) และเทียนจันทร์ พานิชย์ผลิน ไชย (2530 : 68-70) พบว่า ลักษณะของครูที่มีบุคลิกภาพดี อาทิเช่น เป็นผู้ที่มีสัมพันธภาพที่ดีต่อนักเรียน เป็นกันเอง รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ยกย่องชมเชย มีเมตตา กรุณา และมีความยุติธรรม มีผลทำให้นักเรียนโดยทั่วไปเกิดความรักเคารพ เลื่อมใส ศรัทธา และเชื่อฟังสิ่งที่ครูอบรมสั่งสอน

นอกจากนี้ จากผลการศึกษาวิจัยของ Coopersmith, S. & Feldman, R (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2544 : 427; อ้างอิงจาก Coopersmith, S. & Feldman, R. 1974. *Fostering a Positive Self-concept and High Self-esteem in The Classroom.* p. 192-225) พบว่าปัจจัยที่เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนา “อัครมโนทัศน์” (Self Concept) ของนักเรียน ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียนกับครูนั่น จะเกี่ยวพันอยู่กับบุคลิกภาพของครูที่สะท้อนออกมาเป็นพฤติกรรมของครูที่ปฏิบัติต่อนักเรียนดังนี้

- (1) ยอมรับนักเรียนแต่ละคนด้วยความจริงใจ และพยายามช่วยเหลือทุกคน
- (2) รู้จักทักษะและความสามารถทางด้านสติปัญญาของนักเรียนทุกคน และสามารถที่จะให้นักเรียนทุกคนได้ประสบความสำเร็จในการเรียน และรู้สึกลึกซึ้งว่ามีความสามารถ และพยายามให้แรงเสริมแก่นักเรียนทุกครั้งที่นักเรียนทำงานได้สำเร็จ
- (3) เป็นตัวแบบในด้านความประพฤติ มีมาตรฐานทางจริยธรรม และสนับสนุนให้นักเรียนทำในสิ่งที่ดี และถูกต้อง เพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง
- (4) พยายามสร้างสภาพห้องเรียนให้นักเรียนทุกคนมีบทบาทได้ทำความดีช่วยเหลือผู้อื่น

ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ ครูต้องแสดงให้นักเรียนเห็นว่า ครูมีความจริงใจ และสม่ำเสมอ คอยช่วยเหลือนักเรียนในฐานะครูที่เป็นผู้ให้ความคาดหวังกับนักเรียน และตั้งความคาดหวัง (Self-fulfilling Prophecy) แก่นักเรียนเพื่อส่งผลให้ “อัครมโนทัศน์” ของนักเรียนเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้องเหมาะสม และจากการศึกษาของ Brophy & Good. (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2544 : 429; อ้างอิงจาก Brophy & Good. 1974. *Teacher – Student Relationships : Causes and Consequences.*) พบว่า ความคาดหวังของครูมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของครู และพฤติกรรมของครูมีผลต่อปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกได้ว่า พฤติกรรมชนิดใด และสัมฤทธิ์ผลขั้นใดที่ครูมีความคาดหวังจากตน ความเชื่อนี้จะมีผลต่ออัครมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความคาดหวังของนักเรียน

เมื่อวิเคราะห์ ทิศทาง และระดับพฤติกรรมของครู จะพบว่า มีความสำคัญต่อเป้าหมาย และระดับความคาดหวังของครูต่อนักเรียน ส่งผลต่อการตอบสนองของนักเรียน ในการเกิดมโนทัศน์แห่งตน ซึ่ง Fuhrmann (1990 : 163-164) ศึกษาพบว่า บุคลิกภาพของครูที่ดี ที่เอื้อให้เกิดการพัฒนาไปในทางที่ดีงามแก่นักเรียน คือครูที่มีท่าทีที่อบอุ่น มีเมตตา กรุณา ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน มีความสุภาพ เป็นผู้แก้ปัญหาความยุ่งยากต่าง ๆ ด้วยความสุกนุ่มนวล ไม่หยาบกระด้าง มีความเชื่อถือในนักเรียนทุกคนว่า เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ เป็นผู้รับผิดชอบช่วยเหลือต่อความผิดพลาดล้มเหลวที่เกิดขึ้นกับนักเรียนของตน เป็นผู้ยินดีเปิดโอกาสให้ พ่อแม่ ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการดูแลการศึกษาของลูก และเป็นผู้คิดแสวงหาทุกวิถีทางที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจ และเห็นคุณค่าในตนเอง ซึ่งข้อคิดนี้ให้ข้อเสนอว่า หากครูเป็นผู้มีบุคลิกภาพดังกล่าว ก็จะเป็นเงื่อนไขที่เอื้อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาไปในทางที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจว่าบุคลิกภาพของครู มีผลต่อระดับและทิศทางความคาดหวังของครูอย่างไร และก่อให้เกิดอัครมโนทัศน์ของนักเรียน ที่ส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร

2) ความสามารถในการสอนของครู

ความสามารถในการสอนของครู หรืออาจเรียกได้ว่า “สมรรถภาพของครูฟิสิกส์” (Physics Teachers’ Competencies) เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของครูกับนักเรียนที่มีความสำคัญมากของการจัดการศึกษาในระบบโรงเรียน และเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปฏิสังสรรค์ทางวิชาการ ที่มีผลต่อการถ่ายทอดองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางด้านเทคนิค แต่มีใช่เป็นกระบวนการทางเดียวของการเข้าสู่พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ดังแนวคิดที่ได้นำเสนอไว้แล้วในปัญหาและแนวคิดของการวิจัย

ความสามารถในการสอนของครู หรือสมรรถภาพของครูฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของครูและนักเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ได้อบรมรวมความคิดและองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบการเรียนรู้ สร้างเป็นรูปแบบ (Model) ของ “สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์” (Science Teachers’ Competencies) (ผดุงยศ ดวงมาลา. 2543 : 67-70; อ้างอิงจาก James and Stallings.1979. *Laboratory Teaching Competencies for Secondary Biology Teacher*. p. 207) มาใช้ในการศึกษาเทียบเคียงเป็น “สมรรถภาพของครูฟิสิกส์” ดังนี้ คือ

- (1) การมีความรู้ในเนื้อหาฟิสิกส์
 - (1.1) การมีความรู้ในเนื้อหาฟิสิกส์อย่างเพียงพอสำหรับสอนตรงตามระดับชั้น
 - (1.2) มีความลึกซึ้งในวิชาที่สอน
 - (1.3) สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี
- (2) การเลือกและใช้เทคนิควิธีสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
 - (2.1) สามารถวิเคราะห์และเลือกวิธีสอนได้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
 - (2.2) มีเทคนิคในการสอนแบบทดลอง
 - (2.3) เข้าใจธรรมชาติของนักเรียนในด้านการอยากรู้ อยากเห็น และชอบเรียนรู้

โดยการกระทำจริง

- (3) การแสวงหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ
 - (3.1) หาโอกาสศึกษาหาความรู้ในวิชาที่สอนเพิ่มเติมอยู่เสมอ
 - (3.2) ติดตามข่าวคราวความเคลื่อนไหวทางฟิสิกส์อยู่เสมอ
 - (3.3) การยอมรับความก้าวหน้าใหม่ ๆ และนำมาคิดเปลี่ยนแปลงทดลองใช้ในการเรียน

การสอน

- (4) การมีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นที่สอน
 - (4.1) เข้าใจจุดประสงค์ หลักการ และ โครงสร้างของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์
 - (4.2) สามารถวิเคราะห์และดัดแปลงหลักสูตรให้เหมาะสมกับสภาพการเรียน

การสอนจริง

- (4.3) เข้าใจความหมายของคำว่าหลักสูตร
- (5) การมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองทางฟิสิกส์
 - (5.1) สามารถใช้เครื่องมือฟิสิกส์ได้ถูกต้องและปลอดภัย
 - (5.2) สามารถดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - (5.3) สามารถซ่อมแซมเครื่องมือฟิสิกส์อย่างง่าย ๆ ได้

- (6) การมีจรรยาบรรณและศรัทธาต่อวิชาชีพครู
 - (6.1) มีความรับผิดชอบต่อนักเรียน
 - (6.2) วางตนได้เหมาะสมกับการเป็นครู
 - (6.3) มีศรัทธาต่อวิชาชีพครู
- (7) การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - (7.1) มีทักษะในการอธิบายข้อความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ
 - (7.2) มีทักษะในการใช้เครื่องมือทดลอง
 - (7.3) มีทักษะในการลงข้อสรุป
- (8) การมีเทคนิคในการใช้และผลิตสื่อการสอน
 - (8.1) สามารถดัดแปลงสื่อการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน หรือเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนยิ่งขึ้น
 - (8.2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้วัสดุทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ
 - (8.3) สามารถใช้สื่อการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน
- (9) การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - (9.1) เป็นผู้ที่มีเหตุผล
 - (9.2) ไม่ตัดสินใจง่าย ๆ โดยปราศจากการไตร่ตรอง
 - (9.3) ใจกว้างและยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น
- (10) การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - (10.1) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องที่ทำการสอน
 - (10.2) สามารถเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ถูกต้อง
- (11) การใช้แผนการสอนและคู่มือครู
 - (11.1) สามารถจัดเนื้อหาและกิจกรรมได้เหมาะสมกับคาบเวลา
 - (11.2) เขียนแผนการสอนได้ชัดเจนเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
 - (11.3) สามารถปฏิบัติตามแผนการสอนได้
- (12) การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี
 - (12.1) สามารถทำงานร่วมกับหมู่คณะได้
 - (12.2) พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนและเพื่อนร่วมงาน
 - (12.3) มีความเป็นกันเองกับเพื่อนครูและนักเรียน
- (13) การให้ความช่วยเหลือแนะแนวนักเรียน
 - (13.1) เป็นแบบอย่างที่ดีของนักเรียน
 - (13.2) รับฟังความคิดเห็นและข้อโต้แย้งของนักเรียน
 - (13.3) พิจารณาตัดสินและลงโทษนักเรียนอย่างยุติธรรม
 - (13.4) รู้จักศึกษานักเรียนเป็นรายบุคคลและคอยช่วยเหลือแนะนำนักเรียนในการแก้ปัญหาการเรียนและปัญหาส่วนตัว

- (13.5) ช่วยเหลือนักเรียนในการปรับตัวเข้ากับผู้อื่น ได้
- (14) การประเมินผลการเรียนการสอน
- (14.1) สามารถนำผลการเรียนการสอนที่ประเมินแล้วไปปรับปรุงการเรียนการสอน
ครั้งต่อ ๆ ไป
- (14.2) มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ในการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน
- (14.3) สามารถวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผล
- (15) การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า
- (15.1) สามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้อย่างมีไหวพริบ
- (15.2) สามารถสรุปคำตอบของปัญหาได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- (15.3) สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับวินัยในชั้นเรียนได้อย่างมีไหวพริบ

รูปแบบของคัมภีร์ประกอบของสมรรถภาพของครูฝึกสังเกตกล่าว ผู้วิจัยจะใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาวิจัย
ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง ในทัศนะของนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ต่อการสอนของครูว่า นักเรียนรับรู้การสอน
ของครูอย่างไร และความสามารถในการสอนของครูหรือสมรรถภาพของครูฟิสิกส์ในทัศนะของพวกเขาเหล่านั้นมี
ความหมายอย่างไร ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร

1.2.2 เจาะลึกเกี่ยวกับบรรยากาศภายในโรงเรียน

บรรยากาศภายในโรงเรียน หมายถึงสภาพการณ์ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน ซึ่งประกอบด้วยสภาพทาง
กายภาพ และสภาพทางจิตภาพ บรรยากาศภายในโรงเรียนมีอิทธิพลต่ออารมณ์/ความรู้สึกละเอียดของบุคคลภายใน
สถานศึกษา บรรยากาศที่ดีมีอิทธิพลต่อการพัฒนาลักษณะนิสัย และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ สร้างสรรค์
ความคิด และจินตนาการ ลดความรู้สึกละแวกกลัว วิดกกังวล ทั้งนี้ได้มีนักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายฝ่าย ทำ
การศึกษาและมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ปัจจัยที่มีส่วนในการสร้างสรรค์บรรยากาศที่ดี ช่วยลดและป้องกัน
พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของนักเรียนมีดังนี้ (สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2538 : 64) คือ

- 1) ครู-อาจารย์ ผู้บริหารและบุคลากรในสถานศึกษาควรเป็นแบบอย่างที่ดี เช่นมีความรับผิดชอบ ตรงต่อ
เวลา มีระเบียบวินัย มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี
- 2) ให้ความสนใจแก่นักเรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน ตอบสนองความต้องการ และส่งเสริม
พัฒนาการทุกด้านตามศักยภาพของเด็กแต่ละคน โดยเปิดโอกาสให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาน
ศึกษาตามความถนัด และความสามารถของแต่ละบุคคล
- 3) เสริมสร้างเจตคติในทางประชาธิปไตย เช่น เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นให้นักเรียนมีส่วนร่วม
ในการวางกฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น
- 4) มีการประสานสัมพันธ์กับบุคลากรทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน โดยเฉพาะบิดา มารดา
หรือผู้ปกครองของนักเรียน และบุคลากรอื่นตามควรแก่กรณี เพื่อร่วมมือกันป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น
กับนักเรียน
- 5) จัดให้บริการต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับความสนใจ และความต้องการของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรม
พิเศษตามวาระและโอกาสอันควร อาทิเช่น กิจกรรมชมรมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ต่าง ๆ กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์
กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมทัศนศึกษาหรือการอยู่ค่ายพักแรม ฯลฯ

ดังนั้น เพื่อให้ได้แนวทางในการศึกษาถึงเงื่อนไขแวดล้อมที่เกี่ยวกับบรรยากาศภายในโรงเรียนว่า มีความหมาย และส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนหรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยจึงขอล่าถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อบรรยากาศภายในโรงเรียนที่เป็นสภาพการณ์ทั้งทางกายภาพและจิตภาพพร้อมกัน โดยผู้วิจัยให้ความสนใจในประเด็นที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ ประการแรก เป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกฎระเบียบที่โรงเรียนได้กำหนดขึ้น และบังคับใช้กับนักเรียน ประการที่สอง เป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับหลักสูตรที่นักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ได้เรียนรู้ และประการที่สาม เป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลของโรงเรียน ซึ่งมีเนื้อหาสาระสำคัญที่ใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ดังนี้

1) เงื่อนไขด้านกฎระเบียบของโรงเรียน กฎระเบียบของโรงเรียน เป็นสิ่งที่โรงเรียนได้กำหนดขึ้น และใช้เป็นเครื่องมือควบคุมนักเรียนให้มีระเบียบวินัย สามารถช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการศึกษา และเป็นผู้มีความประพฤติดี ในส่วนของเงื่อนไขปัจจัยที่เกี่ยวกับกฎระเบียบ หรือระเบียบวินัยของโรงเรียนนั้น ผู้วิจัยจะให้ความสนใจไปที่ ลักษณะของกฎระเบียบ และการควบคุมเพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบนั้น ทั้งนี้ เพราะสิ่งที่ผู้วิจัยให้ความสนใจคือ ในทัศนะของนักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์นั้น กฎระเบียบของโรงเรียนมีความหมายต่อพวกเขาอย่างไร มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการก่อเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร

2) เงื่อนไขด้านหลักสูตร จากข้อเท็จจริงที่ว่า โรงเรียนเป็นสถาบันทางสังคมที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดวัฒนธรรม ซึ่งประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะที่เป็นเทคนิคเฉพาะ เจตคติ ความเชื่อ และค่านิยมต่าง ๆ และสิ่งที่สะท้อน และประมวลภาพเหล่านี้ให้ปรากฏได้ชัดเจนคือ หลักสูตรต่าง ๆ ของโรงเรียน ดังนั้นหลักสูตรจึงเป็นหัวใจสำคัญในการชักจูงนักเรียนให้เข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่า ในทัศนะของนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์เองนั้น เนื้อหาหลักสูตรมีความหมายต่อการเกิดขึ้นของพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ทั้งในด้านที่เกี่ยวกับความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่าหรือไม่อย่างไร

3) เงื่อนไขด้านการวัดผลประเมินผล การวัดผลประเมินผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการศึกษา เพื่อใช้ติดตามผลการปฏิบัติว่า ได้บรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ จากคุณลักษณะดังกล่าว ได้สะท้อนความหมายของการวัดผลประเมินผล ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว 2 ประการคือ ประการแรก การวัดผลประเมินผลเกี่ยวข้องกับสถานการณ์การเรียนการสอน เป็นการตอบคำถามว่า ในสถานการณ์การเรียนการสอนที่จัดขึ้นมานั้น มีความเหมาะสมเพียงใด ช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้หรือไม่และมีความจำเป็นต้องปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในเรื่องใดบ้างและอย่างไร ประการที่สอง การวัดผลประเมินผลเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในบทเรียน หรือหลักสูตร ดังนั้น จึงเป็นการตอบคำถามว่า ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์หรือไม่ และควรมีการปรับปรุงจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นอย่างไร (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 10-11) ผู้วิจัยจึงสนใจว่า ในทัศนะของนักเรียนที่เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์เองนั้น การวัดผลประเมินผลของโรงเรียน ให้ความรู้สึกรู้สึกนึกคิดและความหมายต่อพวกเขาอย่างไร

1.3 กลุ่มเพื่อน

กลุ่มเพื่อนเป็นหนึ่งในกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการจัดกลาทางสังคม ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของกลุ่มเพื่อนที่เป็นกลุ่มปฐมภูมิ ประกอบด้วยบุคคลที่มีสถานภาพทางสังคมทัดเทียมกัน และมี

อายุรุ่นราวคราวเดียวกัน ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มจะมีลักษณะของความร่วมมือระหว่างกัน ต่างฝ่ายต่างมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน บนพื้นฐานที่ทัดเทียมกัน ดังนั้นเมื่อนักเรียนเข้าไปอยู่ในกลุ่มเพื่อน พวกเขาจะเกิดความรู้สึกและรับรู้ในฐานะ หรือตำแหน่งทางสังคมที่เสมอภาพ ไม่เกิดความรู้สึกต่ำต้อย พวกเขาจะได้รับการสนับสนุนหรือการให้ความเห็นด้วยทางสังคมในกรณีที่มีการประพฤติปฏิบัติตามมาตรฐานของกลุ่ม จนกระทั่งบางครั้งการประพฤติปฏิบัติตัวสำหรับนักเรียนวัยรุ่น ที่แสดงออกมาให้เห็นในลักษณะที่กระทำตามบรรทัดฐานกลุ่มมีลักษณะเหมือน “ทาส” (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2538 : 345)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะให้ความสนใจว่า ในทัศนะของนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์เองนั้น เจื่อนใจด้านกลุ่มเพื่อนก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่มีความหมายกับการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์หรือไม่อย่างไรบ้าง

1.4 สื่อมวลชน

สื่อมวลชน หมายถึง สื่อหรือช่องทางของการสื่อสารมวลชน ประกอบไปด้วย วิทยุโทรทัศน์ วิทยุกระจายเสียง ภาพยนตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ ป้ายประชาสัมพันธ์ และหนังสือพิมพ์ ซึ่งจากลักษณะของการสื่อสารจะเป็นการเสนอข่าว เสนอความเห็น บริการการศึกษา และบันเทิง ในปัจจุบันสื่อมวลชนได้เข้ามามีบทบาทในฐานะเป็นตัวแทนในการอบรมขัดเกลาทางสังคมที่มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาว่าเจื่อนใจด้านสื่อมวลชน ที่นักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์มีปฏิสัมพันธ์ด้วยนั้น เกี่ยวข้องอย่างไรหรือไม่กับการเกิดพฤติกรรมที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อ ระบบความคิด และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะ ซึ่งเป็นพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์

1.5 สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

สภาพแวดล้อมในปัจจุบัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ในวิถีชีวิตของมนุษย์นั้นจะพบว่า เกี่ยวข้องกับผลผลิตทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา อาทิเช่น สภาพชีวิตในบ้าน การติดต่อสื่อสารคมนาคม การรักษาพยาบาล หรือการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่ต้องใช้หรือเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น นอกจากนี้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา นั้น สิ่งเหล่านี้ได้ก่อให้เกิดประเด็นขบคิดว่า มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนผู้มีโอกาสเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์อย่างไร และได้ให้ความหมายอย่างไรบ้างต่อการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน

ขั้นตอนการมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง เป็นกระบวนการโต้ตอบกับตนเอง โดยการตีความ ให้ความหมายต่อสถานการณ์แวดล้อมต่าง ๆ อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบริบทแวดล้อมทางสังคมตามที่กล่าวมา ข้อมส่งผลให้เกิดความขัดแย้ง/ทางเลือกทางความคิดขึ้นกับตัวนักเรียนมากมายหลายประการ สิ่งเหล่านี้ได้นำไปสู่กระบวนการในขั้นตอนการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีดังนี้

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดวิธีการหรือกลวิธี (Strategies)

เมื่อเกิดการปฏิสัมพันธ์กับตนเอง โดยการโต้ตอบ ตีความ ให้ความหมายแก่สิ่งต่าง ๆ ที่ประสบอยู่นั้น เป็นการพัฒนาตัวตนจากความรู้สึกนึกคิดหรือสายตาของผู้อื่นที่มีนัยสำคัญ ซึ่งเกิดจากการควบคุมทางสังคมหรือการบังคับจากปัจจัยภายนอก จนเกิดเป็นความรู้สึก นึกคิดหรือทัศนะที่เป็นโลกทัศน์ใหม่ ทั้งที่มีต่อตนเองและสิ่ง

ต่าง ๆ และในขณะเดียวกันบุคคลจะตระหนักต่อความตั้งใจหรือความต้องการแท้จริงภายใน ซึ่งพัฒนาเป็นตัวตนของตนเอง จากความสามารถทางกรรมพันธุ์และสายพันธุ์ทางชีวภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งมีลักษณะเป็นอุดมการณ์ จินตนาการ ตามความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นอิสระในเจตจำนง เพื่อให้เกิดการสอดคล้องประสานการกระทำดังกล่าว บุคคลจะเริ่มกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการแสดงพฤติกรรมของตนเอง

การเกิดพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์นั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดที่จะสะท้อนออกมาเป็นพฤติกรรม ประกอบด้วย ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างลักษณะนิสัยหรือบุคลิกภาพเฉพาะตน ที่มีองค์ประกอบหลายประการและเกี่ยวข้องกับเงื่อนไขปัจจัยที่ซับซ้อน ซึ่งจากภาพสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์จากชีวประวัติของ “กาลิเลโอ กาลิเลอี” ที่ได้นำเสนอไว้ นั้น เป็นการบ่งชี้ให้เห็นพัฒนาการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องตั้งแต่เด็กจนเติบโต นับตั้งแต่สัมผัสบรรยากาศระหว่างบุคคลกับครอบครัว สถานศึกษา กลุ่มเพื่อน สื่อสารมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ขั้นตอนการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีจึงค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นพฤติกรรมที่นักเรียนจะแสดงออกไปจะต้องแน่ใจว่าเป็นที่ยอมรับได้ภายใต้กรอบความคิดของจินตนาการ และประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้รับมาตั้งแต่เด็กจนเติบโตใหญ่ ในการศึกษาทำความเข้าใจในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะให้ความสนใจถึงแหล่งข้อมูลที่ช่วยในการสนับสนุนหรือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีดังกล่าว

ขั้นตอนที่ 3 การต่อรองกับตนเองและสังคม (Negotiation)

การกำหนดทิศทางกระทำของตนเอง และเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการที่ตนเองปรารถนา การต่อรองซึ่งเป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีจะก่อเกิดขึ้นตามมา เพื่อให้ตนเองได้รับประโยชน์สูงสุดหรือเหมาะสมที่สุด การคิดใคร่ครวญต่อรองเป็นการยืนยันทั้งกับตนเองและบุคคลที่เกี่ยวข้องด้วยการหาเหตุผลสนับสนุนต่อสิ่งที่ตนได้ตัดสินใจเลือกปฏิบัติ หรือแสดงพฤติกรรมออกมา

ขั้นตอนของการต่อรองกับตนเองนี้เป็นการลดความสับสนของบุคคลที่มีต่อตนเองลง และใช้เวลาทำความเข้าใจกับตนเอง ทบทวนให้รู้ว่าตนเองต้องการอะไร เป็นการสร้างความมั่นใจในตนเอง ในการศึกษาขั้นตอนการต่อรองนั้น ผู้วิจัยจะศึกษาเพื่อทำความเข้าใจถึงแหล่งข้อมูลและอิทธิพลของปัจจัยที่บุคคลนำมาใช้เป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง

ขั้นตอนที่ 4 การลงมือปฏิบัติ (Action)

“การลงมือปฏิบัติ” เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณะ คือการที่บุคคลลงมือกระทำตามที่ได้อธิบายไว้ หลังจากที่ได้พิจารณาต่อรองกับตนเองและสังคมแล้ว ในการกระทำพฤติกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิด ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สะท้อนปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ อันประกอบด้วย ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตนนั้น ในการศึกษา การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ ที่นักเรียนตัดสินใจปฏิบัตินั้น ผู้วิจัยจะนำ “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมารอบความคิดในการอธิบายทำความเข้าใจปรากฏการณ์ ดังกล่าว

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบเทียบเคียง เพื่อสะท้อนให้เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด เข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์นั้น เป็นกระบวนการพัฒนาเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องยาวนาน

ดังนั้นการศึกษาในประเด็นการลงมือปฏิบัติดังกล่าว ผู้วิจัยต้องการทำความเข้าใจว่า ในการเกิดพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนดังกล่าวนี้ ได้เกิดภาวะแทรกซ้อนใด และภาวะแทรกซ้อนนั้นเกิดจากอิทธิพลของเงื่อนไขปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง และนักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ได้ดำรงตนลงความเป็นนักฟิสิกส์อยู่ได้ด้วยเหตุปัจจัยใดบ้าง

3 กรอบความคิดพื้นฐานในการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายbecome นักฟิสิกส์ของนักเรียน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางสังคม ที่เกิดขึ้นในวิถีชีวิตทางสังคม อันเป็นผลจากการจัดเวลาให้นักเรียนกลายbecome นักฟิสิกส์ การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ จะอาศัยแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ (Symbolic Interaction) เพื่ออธิบายถึงปรากฏการณ์ที่บุคคลสร้างตัวตน (Self) ขึ้นมา ในที่นี้คือการพัฒนาตนของนักเรียน จนกลายbecome นักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ โดยมีแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ อยู่ที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมสังคม อันเป็นบริบทที่นักเรียนได้รับรู้ เรียนรู้ เข้าใจตน ตามสังคมคาดหวัง ตนเองคาดหวัง ซึ่งนั่นคือ ความเป็นตัวตนของนักเรียน เกิดขึ้นมานั่นเอง บริบทที่สำคัญได้แก่ ครอบครัว สถาบันการศึกษา กลุ่มเพื่อน สื่อมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ครอบครัว เป็นบริบทแรกที่นักเรียนได้สัมผัส ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการอบรมเลี้ยงดูมีความหมายต่อวิถีชีวิต และอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อและแนวคิดการกระทำ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับความคาดหวังของครอบครัว เป็นแรงบันดาลใจให้บุคคลมุ่งมั่นต่อรูปแบบความสำเร็จในชีวิต

สถาบันการศึกษา เป็นตัวแทนของการถ่ายทอดวัฒนธรรมทางวิชาการ แบบของความคิด และการกระทำ รวมทั้งทักษะเฉพาะ ส่งผลให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันกับเงื่อนไขที่เกี่ยวกับความเป็นครู และบรรยากาศทางวิชาการภายในสถานศึกษาเอง

กลุ่มเพื่อน เป็นบุคคลที่มีสถานภาพทางสังคมที่ทัดเทียมกัน ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเพื่อนนั้น จะเกิดขึ้นในลักษณะของกลุ่มพึ่งพา แลกเปลี่ยนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

สื่อมวลชน เป็นแหล่งที่แพร่กระจายของข้อมูลข่าวสาร ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันก่อให้เกิดการกระตุ้นทำหาคำตอบความไม่รู้ เกิดการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน

สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันที่เกิดขึ้นในวิถีชีวิตของนักเรียนกับบริบทแวดล้อมอื่น ๆ ก็จะเกี่ยวข้องกันกับผลิตภัณฑ์ได้จากกระบวนการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผลการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งประสบการณ์ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่แวดล้อม

เมื่อนักเรียนผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบทแวดล้อมแล้ว จะทำให้เกิดกระบวนการปฏิสังสรรค์กับตนเอง (Self - Interaction) เพื่อสร้างความหมายกับตนเอง สร้างทางเลือกในการกำหนดการกระทำของตนเองตามที่ตั้งใจคาดหวัง ตนเองคาดหวัง กระบวนการและขั้นตอนในการพัฒนาตนตั้งแต่การรับรู้ตนจนกระทั่งถึงเกิดการกระทำ มีดังนี้

การมีปฏิสังสรรค์กับตนเอง เกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบริบทแวดล้อม ในรูปแบบลักษณะต่าง ๆ กระบวนการปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวได้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้ตอบกับตนเอง โดยการตีความให้ความหมาย ซึ่งทิศทาง ความสามารถในการสร้างโลกทัศน์ส่วนตนของนักเรียนนั้น จะแตกต่างกันไป ตาม

คุณลักษณะของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพทางสมอง-สายพันธุ์ชีวภาพ และประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนแต่ละคน

การกำหนดวิธีการหรือกลวิธี เมื่อนักเรียนเกิดการโต้ตอบกับตนเอง นักเรียนจะเกิดความตระหนักต่อความตั้งใจ หรือความต้องการแท้จริงภายใน ซึ่งเป็นการกระตุ้นจากอุดมการณ์ จินตนาการ ตามความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นอิสระในเจตจำนง นักเรียนจะเริ่มกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการสร้างทางเลือกปฏิบัติตามตนเอง คาดหวัง และสังคมคาดหวัง เพื่อกำหนดพฤติกรรมแห่งตน ภายในกรอบความคิดของจินตนาการ และประสบการณ์ชีวิต

การต่อรองกับตนเองและสังคม เป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่องจากการกำหนดวิธีการหรือกลวิธี เป็นการกำหนดทิศทางของพฤติกรรม ในการแสดงออก ซึ่งต้องเป็นไปตามความต้องการที่นักเรียนปรารถนา ดังนั้นการคิดใคร่ครวญต่อรอง เพื่อให้ได้พฤติกรรมที่เหมาะสมและตอบสนองความต้องการแท้จริงภายในตนและสังคมมากที่สุด เพื่อสร้างความมั่นใจให้เกิดขึ้นกับตนเอง เพื่อปฏิบัติตามพฤติกรรมที่ต้องการนั้น

การลงมือปฏิบัติ เป็นลำดับขั้นตอนสุดท้าย ที่สนองความต้องการแท้จริงแห่งตน ซึ่งพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมานั้น จะสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ แสดงให้เห็นปรากฏการณ์ที่เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด เข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ตามที่ผู้วิจัยกำหนดกรอบพฤติกรรมที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงขึ้นเป็นปรากฏการณ์จากนิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ คือ ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน ซึ่งพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ที่ถูกพัฒนาหล่อหลอมขึ้น โดยเริ่มตั้งแต่การมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง จนกระทั่งถึงการปฏิบัติ มีดังนี้ คือ

1. พฤติกรรมที่สะท้อนความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.1 ชอบและดำเนินการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ แสวงหาเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และให้นิยามความหมายได้ในลักษณะเชิงปริมาณ

1.2 ชอบและดำเนินการพิสูจน์ ตรวจสอบ หรือทำการทดลอง ค้นหาข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสร้างสรรค์เป็นจินตนาการที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์

1.3 สร้างและ/หรือแสวงหาเครื่องมือ เพื่อช่วยในการขยายขอบเขตในการค้นหาข้อมูลเชิงประจักษ์ และข้อมูลเชิงปริมาณจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2 พฤติกรรมที่สะท้อนระบบความคิดในการแสวงหาความจริง

2.1 การยอมรับข้อความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยการพิสูจน์ ตรวจสอบหรือการทดลอง

2.2 การใช้แนวคิดเชิงประจักษ์ในการแสวงหาข้อความจริง จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.3 การเป็นผู้มีจินตนาการในการมอง หรือสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์

3 พฤติกรรมสะท้อนการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน

3.1 การมีอิสระทางความคิด

3.2 การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างพินิจพิเคราะห์ หรือมีวิจารณ์ญาณ

3.3 การอธิบายหรือแสดงข้อความจริง โดยอาศัยหลักของเหตุผล

3.4 การมีความกล้าหาญในการศึกษา และพิสูจน์ข้อความจริงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดเพียงพอในการตอบปัญหาการวิจัย ผู้วิจัยจึงใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพมาเป็นวิธีในการศึกษา และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสังเกต สัมภาษณ์ระดับลึก ตามแนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา ที่ดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์โดยตรง และใช้ความรู้สึกลึกซึ้งนั้นอธิบายการเกิดพฤติกรรมที่สะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของตนเอง และเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อเงื่อนไขปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ในบริบทแวดล้อมโดยรวม ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาในลักษณะการมองภาพรวม โดยไม่แยกศึกษาเฉพาะส่วน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย และเพียงพอต่อการทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็มนักฟิสิกส์ของนักเรียน ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ของนักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยต้องการศึกษาเงื่อนไข ปัจจัย ที่นำไปสู่การก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ และทำความเข้าใจกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยมองกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าวในฐานะที่เป็นปรากฏการณ์สังคม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Methodology) มาเป็นวิธีดำเนินการวิจัย เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นปรากฏการณ์สังคม และเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงกระบวนการระดับลึก ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา (Phenomenology) มาใช้เป็นแนวคิดในการจัดเก็บข้อมูลจากตัวนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์โดยตรง เพื่อรับรู้ความเชื่อ ระบบคิด และความหมายที่เป็นของนักเรียนผู้ให้ข้อมูล และใช้ความรู้สึคนึกคิดนั้นอธิบายพฤติกรรมของนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์โดยตรง

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยกระทำโดยวิธีการสังเกต และสัมภาษณ์ระดับลึก (In-depth Interview) ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่ลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านความรู้สึคนึกคิด การตีความให้ความหมายของผู้ที่ถูกศึกษา ที่มีต่อการกระทำที่สะท้อนความคิดของตนเอง ข้อมูลดังกล่าวสามารถสะท้อนความจริงที่หลากหลาย สามารถนำมาประมวลวิเคราะห์ เพื่ออธิบายและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป รวมทั้งอาจเป็นการช่วยขยายขอบเขตทางการศึกษาให้กว้างขวางลึกซึ้งต่อไปในอนาคต

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. สนามในการศึกษา
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับรายละเอียดของวิธีดำเนินการแต่ละขั้นตอน มีดังต่อไปนี้ คือ

1. สนามในการศึกษา

เนื่องจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีเป้าหมายอยู่ที่ต้องการทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้มีโอกาเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ตาม “นิยามความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยได้ให้นิยามไว้ว่า “ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ภายใต้ความเชื่อที่ว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภพจะปรากฏขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง สามารถศึกษาทำความเข้าใจได้ เพื่อสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์หรือองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้แรงบันดาลใจและความมุ่งมั่น ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือคุณลักษณะเฉพาะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์” ทั้งนี้จากนิยามความหมายดังกล่าว ได้สะท้อน

ให้เห็นปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์ ที่เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ซึ่งเกิดขึ้นในตัวนักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์อยู่ 3 ประการ คือ ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางความคิดดังกล่าวจะส่งผลก่อให้เกิด “พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้อย่างไร มีเงื่อนไข ปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง

ดังนั้น ตามลักษณะวิธีการที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ “วิธีการเชิงคุณภาพ” และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลตาม “แนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา” ผู้วิจัยจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่มีความสามารถทางฟิสิกส์ เป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) สนามที่ใช้เป็นแหล่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพิจารณาจากเกณฑ์ความเป็นไปได้ทางทฤษฎี คือตาม “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และความเหมาะสมที่จะทำได้ ข้อมูลที่หลากหลาย (Diverse) เพียงพอในการอธิบายปรากฏการณ์ ที่มีบริบทแวดล้อมแตกต่างกัน ครอบคลุมประเด็นปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยเลือกดำเนินการเข้าสู่สนามเฉพาะ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่พบนักเรียนมีผลการเรียนและพฤติกรรมที่สะท้อนความเป็นนักฟิสิกส์ สำหรับสาระสำคัญในส่วนการดำเนินการของสนามวิจัยมี 3 ประการดังนี้ คือ

1.1 การเลือกสนามในการศึกษา

1.2 การเข้าสู่สนามในการศึกษา

1.3 การเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก

ซึ่งแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ

1.1 การเลือกสนามในการศึกษา

สนามที่ผู้วิจัยเลือกสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลคือ นักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีคุณลักษณะของความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ตามแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยนำเสนอไว้ในบทที่ 2 และมีความเหมาะสม ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลได้สะดวกหลากหลายและเพียงพอ ดังนั้นสนามที่ผู้วิจัยเลือกสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 แหล่ง คือ

แหล่งที่หนึ่ง เป็นกลุ่มนักเรียนในค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิกค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลจากนักเรียนในโครงการดังกล่าวเพราะว่า โครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ เป็นโครงการที่ดำเนินงานโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (เดิม กรมสามัญศึกษา) กระทรวงศึกษาธิการ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมาคมเคมีสาขาชีววิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมฟิสิกส์ไทย ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ โดยสอบคัดเลือกนักเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ เพื่อเข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ รวม 5 สาขาวิชาด้วยกันคือ วิชาคณิตศาสตร์

วิชาคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี วิชาชีววิทยา และวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มนักเรียนที่ได้รับคัดเลือกเข้าค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิกค่ายที่สองของโครงการฯ และเป็นนักเรียนที่มาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย และโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยสามารถเข้าถึงตัวนักเรียนผู้ให้ข้อมูลหลักที่มาจากโรงเรียนดังกล่าวได้ด้วยการเสาะหาผู้มีคุณสมบัติของความเป็นนักฟิสิกส์จากการสอบถามผู้เกี่ยวข้อง

สำหรับประวัติความเป็นมาของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศโดยสังเขปนั้น มีดังนี้ คือ สืบเนื่องมาจากได้มีกลุ่มนักวิชาการกลุ่มหนึ่ง มีความคิดและเชื่อว่าในทุกประเทศย่อมมีเยาวชนผู้มีอัจฉริยภาพอยู่เป็นจำนวนมากและเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ หากจัดให้เยาวชนเหล่านั้นมาแข่งขันกัน ในทางวิชาการเช่นเดียวกับการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ก็น่าจะเป็นการพัฒนาความสามารถพิเศษทางปัญญาของเยาวชนให้มีความสามารถยิ่ง ๆ ขึ้นไป อันจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศในระยะยาว จากแนวคิดดังกล่าวได้ก่อให้เกิดการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ (International Science and Mathematical Olympiad or ISMO) ขึ้น การแข่งขันโอลิมปิกวิชาการเป็นการแข่งขันความสามารถด้านวิชาการของนักเรียนมัธยมศึกษาในสาขาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ระดับนานาชาติ เริ่มแข่งขันสาขาวิชาคณิตศาสตร์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2502 ที่ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมโรมาเนีย ต่อมาประเทศต่าง ๆ สนใจมากขึ้น และ UNESCO ก็ให้ความสนับสนุนจึงขยายไปแข่งขันสาขาวิชาฟิสิกส์ในปี พ.ศ. 2510 สาขาวิชาเคมีในปี พ.ศ. 2512 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ในปี พ.ศ. 2532 สาขาวิชาชีววิทยาในปี พ.ศ. 2533 และสาขาวิชาดาราศาสตร์ในปี พ.ศ. 2540 สำหรับประเทศไทยได้ส่งผู้แทนประเทศไทยไปร่วมแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2532 ที่ประเทศเยอรมนี โดยสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ได้ทรงให้การสนับสนุนโครงการมาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มแรกได้ประทานเงินส่วนพระองค์สนับสนุนโครงการ เสด็จประทานเกียรติบัตรแก่นักเรียนที่ผ่านการเข้าค่ายคัดเลือกครั้งที่ 2 และนักเรียนที่ได้รับคัดเลือกให้เป็นผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันระหว่างประเทศ และทรงประทานอนุญาตให้จัดตั้งมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) และชมรมโอลิมปิกวิชาการ (กำจัด มงคลกุล, 2546 : 8-9)

ในส่วนของการดำเนินการตามโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศนั้น มีจุดมุ่งหมายประการแรกเพื่อกระตุ้นให้เกิดบรรยากาศด้านวิชาการ อันจะส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ให้เป็นที่สนใจของเยาวชนยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรและระบบการเรียนการสอนตลอดจนการวัดผลให้เหมาะสมและมีมาตรฐานสูงขึ้นเทียบเท่ากับประเทศที่พัฒนาแล้ว ประการที่สองเพื่อส่งเสริมและเปิดโอกาสให้เยาวชนได้แสดงความสามารถด้านปัญญาและพัฒนาศักยภาพของตนให้สูงยิ่ง ๆ ขึ้นไป โดยรับประสบการณ์และแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับครู และเยาวชนจากนานาชาติ ประการสุดท้ายเพื่อส่งเสริมสัมพันธไมตรี และความเข้าใจอันดีระหว่างครูและเยาวชนไทยกับนานาชาติ อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ในการดำเนินการของโครงการนี้ ไม่ได้มุ่งหวังจำนวนเหรียญรางวัลจากการแข่งขันต่างประเทศเป็นเป้าหมายหลัก เหรียญรางวัลเป็นผลพลอยได้จากการแข่งขัน ส่วนจุดประสงค์ที่สำคัญนั้นเป็นการกระตุ้นให้เกิดบรรยากาศทางด้านวิชาการ เพื่อให้เยาวชนไทยสนใจศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง ซึ่งจะทำให้มีการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรระบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมและ

มีมาตรฐานสูงขึ้น และเปิดโอกาสให้เยาวชนไทยที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ได้แสดงตัว และ ได้พัฒนาศักยภาพของคนให้สูงยิ่ง ๆ ขึ้นไป สำหรับวิธีการคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยตามโครงการ มีขั้นตอน การดำเนินงานดังนี้ ขั้นตอนหนึ่ง การแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิกแห่งประเทศไทยมีการสอบ คัดเลือกนักเรียน 2 รอบ โดยรับสมัครนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษา จากทั่วประเทศ และสอบคัดเลือก ไว้สาขาวิชาละ 20 – 25 คน ขั้นตอนที่สอง เข้าค่าย 3 ครั้ง จัดฝึกอบรมเข้มข้นแก่นักเรียนที่คัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ หนึ่ง เพื่อเพิ่มความรู้และประสบการณ์ โดยค่ายครั้งที่หนึ่งจะคัดเลือกไว้สาขาละ 10-15 คน ค่ายครั้งที่สอง จะ คัดเลือกให้เหลือเพียงสาขาละ 4 - 6 คน เพื่อเป็นผู้แทนประเทศไทย ค่ายครั้งที่สาม เป็นการเตรียมความพร้อม ก่อนเดินทางไปแข่งขัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 35)

แหล่งที่สอง เป็นกลุ่มนักเรียนในค่าย สอวน.ฟิสิกส์ของโครงการในมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวง นราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) โดยกลุ่มนักเรียนดังกล่าวอยู่ระหว่างการเข้าค่าย สอวน.ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2 ซึ่งศูนย์ สอวน.ค่ายฟิสิกส์ของกรุงเทพมหานครอยู่ที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกกลุ่มนักเรียนใน โครงการดังกล่าวเพราะว่าผู้วิจัยสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ สืบเนื่องจากการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในกลุ่มนักเรียน จากแหล่งที่หนึ่ง ที่ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มนักเรียนจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าไปคลุกคลี และ ได้รู้จักใกล้ชิดกับแหล่งข้อมูลแห่งใหม่ดังกล่าว โดยผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลกับนักเรียนในโครงการฯ ที่มาจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

ประวัติความเป็นมาของมูลนิธิ สอวน.โดยสังเขปมีดังนี้ คือ มูลนิธิ สอวน. ได้รับอนุมัติจากกระทรวง มหาดไทยให้จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2542 มีวัตถุประสงค์สำคัญ ซึ่งพอสรุปได้เป็น 2 ประการดังนี้ คือ ประการแรกต้องการขยายศูนย์ฝึกอบรมและเพิ่มเวลาการอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนในการเป็นผู้แทน ประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ เป็นการเพิ่มโอกาสให้แก่ นักเรียนในภูมิภาคต่าง ๆ ให้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ สืบเนื่องมาจากมาตรฐานการแข่งขัน ISMO ใช้มาตรฐานมัธยมศึกษาของนานาชาติที่เข้าแข่งขัน และใช้วิธีการ คล้ายการตัดเกรดของการสอบทั่ว ๆ ไป ผลการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ จึงอาจเป็นตัวชี้วัดมาตรฐานวิชาต่าง ๆ ของแต่ละประเทศได้ สำหรับประเทศไทยนั้นพบว่ามาตรฐานดังกล่าวสูงกว่าหลักสูตรมัธยมศึกษาของไทยอยู่ ประมาณ 1 – 2 ปี แล้วแต่ละสาขาวิชา และจากข้อมูลทางวิชาการยังพบว่า เด็กนักเรียนไทยขาดทักษะการแก้ปัญหาที่ ซับซ้อน และขาดประสบการณ์การทำปฏิบัติการในวิชาวิทยาศาสตร์ มูลนิธิ สอวน. จึงได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัย 11 แห่ง รับผิดชอบการอบรมนักเรียนในภูมิภาค ศูนย์ละ 4 – 8 จังหวัด และศูนย์โรงเรียน 5 แห่ง รับผิดชอบการอบรม นักเรียนในกรุงเทพมหานคร เป็นการขยายศูนย์การฝึกอบรมและเพิ่มเวลาการอบรมเข้มสำหรับการแข่งขัน โอลิมปิกวิชาการ ทุกศูนย์จะสอบคัดเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 5 เพื่อเข้าค่าย ทั้งนี้ ได้เริ่มค่าย สอวน. ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2545 โดยจัดอบรมค่าย สอวน. 1 ในเดือนตุลาคม และ ค่าย สอวน. 2 ในเดือนมีนาคม จากนั้น นักเรียนจากค่าย สอวน.จะเข้าสอบแข่งขันการคัดเลือกจาก สสวท. เพื่อเข้าอบรมในค่ายคัดเลือกของโครงการ จัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประการที่สอง เป็นการ ขยายผลจากประสบการณ์เข้าแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ในการยกมาตรฐานการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของไทยให้สูงขึ้นใกล้ระดับสากล ในการอบรมค่าย สอวน. ในศูนย์มหาวิทยาลัยและโรงเรียนทั้ง 16 ศูนย์นั้น เป็นความร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างอาจารย์มหาวิทยาลัย และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนต่าง ๆ ใน ทุกภูมิภาคของประเทศ โดยใช้ประโยชน์จากประสบการณ์ของอาจารย์ที่อบรมเข้มแก่นักเรียนที่ไปแข่งขัน

โอลิมปิกวิชาการมานานกว่า 10 ปี จัดทำคู่มืออบรม สอวน. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการฝึกอบรม ซึ่งมีแนวโน้มว่าโรงเรียนต่าง ๆ สามารถใช้เป็นแนวคิดในการจัดเป็นบทรียนเสริม ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของประเทศได้ตามเป้าหมาย (กำจัด มงคลกุล.2546 : 9-11)

แหล่งที่สาม เป็นกลุ่มนักเรียนผู้มีความสามารถทางฟิสิกส์ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีชื่อว่า พสวท. ซึ่งมีศูนย์โรงเรียน พสวท. สองแห่งในเขตกรุงเทพมหานคร คือ ที่โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลจากนักเรียนในโครงการ พสวท. เพราะต้องการให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน กอปรกับผู้วิจัยได้รู้จักนักเรียน ในโครงการ พสวท. ศูนย์โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอวน.ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2 ที่ศูนย์ สอวน.ค่ายฟิสิกส์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาของกรุงเทพมหานคร และนักเรียนในโครงการ พสวท. ศูนย์โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ในค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546

สำหรับประวัติความเป็นมาของ โครงการ พสวท. โดยสังเขปมีดังนี้ คือ โครงการ พสวท. มีชื่อเต็มว่า “โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” กำเนิดขึ้นจากแนวคิดที่ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่สภาพการผลิตนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย พบว่า ผู้มีความรู้ความสามารถสูงเป็นพิเศษทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะเลือกเข้าศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์น้อยลงทุกปี ส่วนใหญ่จะเลือกศึกษาในสาขาที่ให้ผลตอบแทนเป็นรายได้ที่ค่อนข้างสูง เช่น แพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สาเหตุเนื่องมาจากสภาพทางด้านสังคม อาชีพ รายได้ บรรยากาศในการทำงานไม่เอื้อหรือจูงใจให้ผู้มีความสามารถสูงหันมาประกอบอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ จึงทำให้เกิดปัญหาน่าวิตกว่า ในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยจะขาดผู้มีความสามารถสูงในวงการวิทยาศาสตร์ทั้งในมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย หน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน รัฐบาลจึงมีมติให้กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ทบวงมหาวิทยาลัย (เดิม) กระทรวงศึกษาธิการ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมมือกันจัดตั้งโครงการ พสวท. และได้ดำเนินการไปแล้ว 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 พ.ศ. 2527 – 2533 และระยะที่ 2 พ.ศ. 2534 – 2539 ส่วนระยะที่ 3 พ.ศ. 2540 – 2544 อยู่ระหว่างดำเนินการ และเนื่องจากคณะรัฐมนตรีเห็นว่า ผลการดำเนินงานสองระยะแรกได้ผลดี จึงมีมติ เมื่อวันที่ 4 มีนาคม 2540 ให้โครงการ พสวท. เป็นงานประจำตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2541 เป็นต้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับศึกษา วิจัย ประดิษฐ์ คิดค้น และเผยแพร่ผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ ในสาขาที่ขาดแคลน และเป็นที่ต้องการเร่งด่วนของประเทศ ปีละ 150 คน สำหรับการดำเนินงานนั้น มีหน่วยงานรับผิดชอบดังนี้ กระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (เดิม กรมสามัญศึกษา) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมรับผิดชอบในระดับมัธยมศึกษา ทั้งนี้ได้กำหนดโรงเรียนเพื่อเป็นศูนย์ของโครงการ พสวท. และมีหน้าที่คัดเลือกนักเรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ที่มีผลการเรียนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.00 เข้าโครงการในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดหาอาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนดำเนินงานจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โปรแกรมเสริมและกิจกรรมพิเศษ สำหรับทบวงมหาวิทยาลัย (เดิม) รับผิดชอบในระดับอุดมศึกษา โดยกำหนดมหาวิทยาลัย

เพื่อเป็นศูนย์ของโครงการ พสวท. และมีหน้าที่คัดเลือกนักเรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ที่มีผลการเรียนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.00 เข้าโครงการในระดับอุดมศึกษา จัดหาอาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียน การสอนเสริม และกิจกรรมพิเศษ ในส่วนของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จัดเตรียมอัตรา ตำแหน่ง แหล่งงาน เพื่อรองรับผู้สำเร็จการศึกษาจากโครงการ พสวท. และพิจารณาแนวทางเพื่อเสริมให้การวิจัย ของบุคลากรดังกล่าวมีศักยภาพสูงสุด รวมทั้งติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทำหน้าที่ฝ่ายเลขานุการ และเป็นหน่วยของงบประมาณ และจัดส่งไปยังหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อ ดำเนินการ ตลอดจนประสานงานติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน โครงการ พสวท. เพื่อให้งานของโครงการ พสวท. ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 : 1-7)

1.2 การเข้าสู่สนามในการศึกษา

สำหรับขั้นตอนในการเข้าสู่สนามในการศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อขออนุญาต เข้าเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มนักเรียนจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลในเวลาใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยทำหน้าที่สื่อสารการ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งแนวคำถามที่ใช้สัมภาษณ์ระดับลึก ติดต่อขอ อนุญาตผ่านสถานศึกษาที่นักเรียนแต่ละคนกำลังศึกษาอยู่ เริ่มต้นที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาเป็นแห่งแรก โรงเรียน สวนกุหลาบวิทยาลัยเป็นแห่งที่สอง โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เป็นแห่งที่สาม และโรงเรียนสามเสน วิทยาลัยเป็นแห่งสุดท้าย ซึ่งกระบวนการเข้าถึงแหล่งข้อมูลนั้นผู้วิจัยเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2545 และสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2546 และจัดเก็บข้อมูลแล้วเสร็จในช่วงเดือนเมษายน 2546 รวมเวลาที่เข้าสู่สนาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้นประมาณ 5 เดือน ซึ่งกระบวนการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในแต่ละ แห่งนั้นมีกระบวนการเข้าถึงที่แตกต่างกันดังนี้

1) การเข้าเก็บข้อมูลในโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เริ่มจากการที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เกี่ยวกับผลการคัดเลือกนักเรียนเข้าค่ายคัดเลือก ฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิก ระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 และข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการค่าย สอวน. ฟิสิกส์ของโครงการในมูลนิธิ ส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้า กัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) พบว่าโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เป็นแหล่งข้อมูลที่ สำคัญเนื่องจากมีกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านวิชาฟิสิกส์ที่สามารถเลือกให้เป็น “ผู้ให้ข้อมูลหลัก” ที่ สอดคล้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังที่นำเสนอไว้ในบทที่ 2 ผู้วิจัยจึงไป ติดต่อขออนุญาตจากผู้บริหารโรงเรียนฯ เพื่อขอเข้าเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดี โดย ได้รับอนุญาตให้ติดต่อประสานความร่วมมือโดยตรงกับหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนฯ ผู้วิจัย ได้ชี้แจงขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งให้ผู้เกี่ยวข้องได้พิจารณาถึงแนวคำถามที่ใช้สัมภาษณ์ ทั้งนี้ทาง หมวดวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนฯ ได้เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้พบปะกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือกลุ่มนักเรียนที่ได้ รับการคัดเลือกเข้าค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกค่ายที่สอง ของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นนักเรียนของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 6 คน และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกให้เข้าค่าย สอวน. ฟิสิกส์รอบ 2 ที่ศูนย์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ในโครงการของมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์

สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) จำนวนทั้งสิ้น 50 คน ผลจากการเข้าถึงแหล่งข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนจากโรงเรียนแห่งนี้ได้ 11 คน เพื่อกำหนดเป็น “ผู้ให้ข้อมูลหลัก” โดยแยกเป็นนักเรียนในโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สอง จำนวน 6 คน และนักเรียนค่าย สอวน.ฟิสิกส์ รอบ 2 จำนวน 5 คน เมื่อเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักได้แล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างความสนิทสนมคุ้นเคยรวมทั้งเปิดเผยตัวและทำความเข้าใจถึงเป้าหมายของข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการ และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อให้เกิดความไว้วางใจ อันเป็นหนทางที่ทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงจากการสัมภาษณ์ ทั้งนี้ทางโรงเรียนได้อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในการสัมภาษณ์

2) การเข้าถึงข้อมูลในโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลจากนักเรียนของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยเพราะว่า โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนได้รับคัดเลือกเข้าค่ายฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 จำนวน 3 คน ในนักเรียนทั้งสามคนนี้มีคุณสมบัติที่น่าสนใจแตกต่างกัน กล่าวคือนักเรียนคนหนึ่งมีความปรารถนาและขออนุญาตผู้ปกครองเรียนต่อในระดับปริญญาตรีทางด้านฟิสิกส์เพื่อจะเป็นนักฟิสิกส์ ส่วนนักเรียนอีกคนเคยเข้าแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศมาแล้วสองครั้ง ครั้งแรกได้เหรียญเงินทางด้านคณิตศาสตร์ ครั้งที่สองได้เหรียญทองแดงทางด้านฟิสิกส์ และนักเรียนคนที่สามนั้นเคยเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศได้เหรียญเงิน และล่าสุดได้เหรียญทอง ซึ่งเป็นเหรียญแรกทางด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยและนักเรียนคนนี้เป็นที่กล่าวขวัญถึงของเพื่อน ๆ ที่เข้าค่ายร่วมกันทางด้านจินตนาการไหวพริบปฏิภาณ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ข้อมูลรวมทั้งมีโอกาสได้สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มดังกล่าวจากการสอบถาม โดยเริ่มจากเมื่อผู้วิจัยนำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งแนวคำถามที่ใช้สัมภาษณ์ระดับลึกติดต่อขออนุญาตผ่านผู้บริหารของโรงเรียน แต่เนื่องจากทางโรงเรียนแจ้งว่าไม่สะดวกที่จะให้ผู้วิจัยติดต่อกับตัวนักเรียนได้โดยตรงในขณะนั้น ผู้วิจัยจึงติดต่อผ่านอาจารย์ผู้สอน แต่สามารถติดต่อนักเรียนได้เพียงคนเดียว ผู้วิจัยจึงได้ขอชี้แจงถึงลักษณะงานวิจัยผ่านผู้ปกครองของนักเรียน และขออนุญาตผู้ปกครองในการพบตัวนักเรียนเพื่อสัมภาษณ์ ในที่สุดผู้วิจัยได้พบกับตัวนักเรียนทั้งสามคน และมีนักเรียนสองคนให้สัมภาษณ์ที่บ้านของนักเรียนเอง ส่วนอีกคนให้สัมภาษณ์ที่ สวท.

3) การเข้าถึงข้อมูลในโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เป็นโรงเรียนในโครงการ พสวท. เมื่อผู้วิจัยนำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งแนวคำถามที่ใช้สัมภาษณ์ระดับลึกไปติดต่อขออนุญาตผ่านผู้บริหารโรงเรียนฯ ทางโรงเรียนได้อำนวยความสะดวกให้ผู้วิจัยพบกับหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นว่า มีนักเรียนในโครงการ พสวท. ที่สนใจวิชาฟิสิกส์อยู่เพียงคนเดียว กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และได้รับการคัดเลือกเข้าค่าย สอวน. ฟิสิกส์ รอบ 2 ที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา แต่ทางโรงเรียนไม่อนุญาตให้ผู้วิจัยติดต่อกับตัวนักเรียนโดยตรง โดยนัดหมายให้ผู้วิจัยไปพบกับนักเรียนได้ที่โรงเรียนฯ ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดเตรียมห้องเกียรติยศของโรงเรียนสำหรับเป็นที่พบปะและสัมภาษณ์

4) การเข้าถึงข้อมูลในโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยเป็นโรงเรียนในโครงการ พสวท. แห่งที่สอง ในจำนวนสองศูนย์ของกรุงเทพมหานคร จากการติดต่อผ่านผู้บริหารโรงเรียน และได้พบกับหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ของทางโรงเรียน ทำให้ผู้วิจัยได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นว่า ปัญหาในการสรรหานักเรียนเข้ามาเรียนในโครงการ พสวท. คือ นักเรียนจะไม่สนใจกับอาชีพนักวิทยาศาสตร์ ตามข้อผูกพันของโครงการฯ ขณะนี้ทางโรงเรียนมีนักเรียนที่มีความสามารถทางฟิสิกส์อยู่ 3 คน กำลังเรียนอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน ซึ่งนักเรียนหนึ่งในสองคนนี้ได้รับการคัดเลือกเข้าค่าย สอวน. ฟิสิกส์ ที่ศูนย์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ส่วนอีกคนกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเข้าค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกค่ายที่สอง ของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 และเป็นผู้ที่เพื่อน ๆ ร่วมค่ายเดียวกันกล่าวขวัญแสดงความรู้สึกชื่นชมในความสามารถทางด้านฟิสิกส์ ซึ่งทางโรงเรียนอนุญาตให้ผู้วิจัยติดต่อกับตัวนักเรียนได้โดยตรง เมื่อผู้วิจัยแสดงตัวต่อนักเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี

1.3 การเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก ที่เป็นนักเรียนผู้กำลังเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ ผู้มีความสามารถทางฟิสิกส์โดยตรง ในการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักนี้ ผู้วิจัยใช้หลักการเลือกในเชิงทฤษฎี (Theoretical Sampling) กล่าวคือใช้หลักการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษาตามเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสภาพปัญหาการวิจัย ซึ่งมีกระบวนการดังนี้ คือ ในการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักคนแรกเพื่อสัมภาษณ์จัดเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยยังไม่กำหนดคุณสมบัติที่เป็นรายละเอียดไว้ล่วงหน้า แต่เลือกตามคุณลักษณะที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย กล่าวคือ ผู้วิจัยเลือกสัมภาษณ์นักเรียนคนแรกที่มีพฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์สอดคล้องกับทฤษฎี คือ “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเข้าค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกค่ายที่สอง ของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นนักเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่งที่อยู่ใจกลางของกรุงเทพฯ ก่อนเป็นแห่งแรก) เมื่อได้ข้อมูลจากนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์คนแรกแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์อย่างละเอียด และสร้างเป็นมโนทัศน์ (Conceptualize) แล้วเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ค้นพบเข้าด้วยกัน เพื่อทำเป็นข้อสรุปเบื้องต้นหรือสร้างเป็นสมมติฐานชั่วคราว จากนั้นจึงใช้ข้อสรุปที่ได้นี้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกเก็บข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักรายต่อไป โดยผู้วิจัยพิจารณาเลือกนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งคาดว่าจะให้ข้อมูลและมโนทัศน์ที่แตกต่างไปจากที่ได้มาแล้ว (Negative Case) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์โดยพิจารณาที่ความแตกต่างด้านคุณสมบัติในมิติต่าง ๆ อาทิเช่น ระดับชั้นเรียน อายุ เพศ อาชีพและฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว โครงสร้างของครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา มารดา ตลอดจนบุคคลที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย รวมทั้งสภาพสังคมที่แวดล้อม คือ โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน เป็นต้น

คุณสมบัติภูมิหลังที่แตกต่างของผู้ให้ข้อมูลหลักดังกล่าว ได้ช่วยให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากข้อมูลเดิม การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการในลักษณะของการตรวจสอบ (Verify) และกระทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อตัดสินใจว่า มีข้อมูลใดอีกที่ผู้วิจัยต้องการ และต้องเก็บจากผู้ให้ข้อมูลหลักคนใด การเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการด้วยความระมัดระวัง ละเอียดรอบคอบ และมีความไวต่อ

ทฤษฎี (Theoretical Sensitivity) คือ “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” ที่ผู้วิจัยสร้างและนำเสนอไว้ในบทที่ 2 ทั้งนี้เพราะความไวต่อทฤษฎีของผู้วิจัยได้ช่วยให้ผู้วิจัยตัดสินใจว่าควรดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลใดและจากใคร เนื่องจากกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกควบคุมโดยทฤษฎีที่เกิดจากข้อมูล คือ “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” กล่าวคือ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่ได้มา สร้างมโนทัศน์จากข้อมูล และเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ตามที่ปรากฏในข้อมูลแล้วสร้างเป็นข้อสรุป หรือสมมติฐานชั่วคราว ที่คาดว่ามีความน่าเชื่อถือในการอภิปราย “ปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” เพื่อให้ผู้วิจัยใช้เป็นแนวคิดในการพิจารณาตัดสินใจ นำสมมติฐานชั่วคราวนี้ไปใช้เก็บข้อมูลใดเพิ่มเติมอีก อันเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักที่มีคุณสมบัติแตกต่างรายต่อไป ที่คาดว่าจะให้ข้อมูล และมโนทัศน์แตกต่างจากที่มีอยู่ การจัดเก็บข้อมูลดำเนินไปเรื่อย ๆ จนผู้วิจัยแน่ใจว่า แม้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาใหม่เพิ่มขึ้นอีกก็ไม่ช่วยในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ และข้อสรุปเชิงทฤษฎีที่มีอยู่ได้ หรือเรียกอีกนัยหนึ่งว่า “ทฤษฎีถึงจุดอิ่มตัว” (Theoretical Saturation) (Glaser and Strauss, 1967 : 61 – 67) แล้ว นั่นคือ สามารถทำความเข้าใจ “ปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” ที่เกิดขึ้นจริงในบริบทสังคมไทย กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักจึงสิ้นสุดลง ดังนั้นจำนวนนักเรียนผู้ให้สัมภาษณ์ที่เป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก หรือจำนวนข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของมโนทัศน์และทฤษฎีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากข้อมูล นั่นคือสามารถใช้อธิบายทำความเข้าใจปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา เมื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินมาถึงจุดนี้ ผู้วิจัยจึงยุติการเก็บข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักรายต่อไป ซึ่งมีนักเรียนที่ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ทั้งสิ้น 18 รายกรณี (รายละเอียดของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละรายกรณี แสดงไว้ในตาราง 1)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงนั้น ผู้วิจัยดำเนินการโดยคำนึงถึงความเที่ยงตรงของข้อมูล และจรรยาบรรณในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้

2.1 วิธีการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการศึกษาคครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสังเกตการตอบคำถามในการสัมภาษณ์ และการสัมภาษณ์ระดับลึกเป็นวิธีการศึกษากับนักเรียนผู้มีความสามารถทางฟิสิกส์ หรือมีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับทฤษฎี คือ แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (Key Informant) แบบรายบุคคล ลักษณะของการสัมภาษณ์เป็นแบบสนทนาโต้ตอบกันทั้งสองฝ่าย (Two – Way Communication) โดยผู้วิจัยมีแนวคำถาม (Guide Line) ที่กำหนดขึ้นอย่างครอบคลุมต่อประเด็นปัญหาวิจัย ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ ตาม “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำเสนอไว้ในบทที่ 2 ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด แนวของคำถามขึ้นอยู่กับกรอบความคิดพื้นฐานของการวิจัย และ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการก่อเกิดความเป็นตัวตนของนักเรียน สำหรับเป็นแนวสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดถี่ถ้วนสามารถสะท้อนความจริงที่หลากหลาย และเพียงพอต่อการวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาวิจัย นอกจากนี้ในการสังเกตสามารถตรวจสอบพฤติกรรมต่าง ๆ จากกิริยาท่าทาง น้ำเสียง และสีหน้าความรู้สึกที่สะท้อนปฏิกิริยาซ่อนเร้นไว้ในใจ ที่แสดงออกมาในขณะที่พูดและไม่พูดของผู้ให้สัมภาษณ์

ได้ด้วย โดยเปิดโอกาสให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้แสดงความคิดเห็นเป็นอิสระในการให้ข้อมูล พร้อมกันกับที่ผู้สัมภาษณ์พยายามทะล่อม (probe) ไปสู่แนวทางของปัญหาวิจัย

สำหรับแนวคำถาม ผู้วิจัยทดลองนำไปสัมภาษณ์กับกลุ่มประชากรเป้าหมาย เพื่อทดสอบความเข้าใจ ต่อเนื่อง ความชัดเจนและครอบคลุมของแนวคำถามแต่ละประเด็น รวมทั้งสังเกตปฏิกิริยาตอบสนองต่อคำถาม ไปในทางบวกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นแล้วจึงนำไปใช้สัมภาษณ์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลจริง ทั้งยังดำเนินการปรับปรุง เพื่อสร้างแนวคำถามให้เหมาะสมสอดคล้องเวลาที่ลงสู่สนามเมื่อได้สัมผัสกับปรากฏการณ์ โดยตรง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยใช้เครื่องบันทึกเสียงขณะสัมภาษณ์ พร้อมกับจดบันทึก (Field Note) ประเด็นสำคัญ ๆ ไว้ด้วย เพื่อจดจำบรรยากาศที่ใกล้ชิดความจริงที่สุด และจัดทำบันทึกช่วยจำ (Memory) อันเป็นบันทึกแนวคิดที่ค้นพบระหว่างที่ทำการศึกษา เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยได้ทำการถอดถอดคำสัมภาษณ์ จากแถบบันทึกเสียง เพื่อจัดพิมพ์เป็นบท (Text) แบบคำต่อคำจนได้รายละเอียดครบถ้วนลงในแฟ้มข้อมูล โดยจัดแยกเป็นราย ๆ ให้ชัดเจนแล้วนำไปวิเคราะห์

การดำเนินการในขั้นตอนการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไปส่งให้ผู้บริหาร โรงเรียนที่นักเรียนเหล่านี้เรียนอยู่ เพื่อขอสัมภาษณ์นักเรียน

2.2 ความเที่ยงตรงของข้อมูล

ในการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีค่าความเที่ยงตรง ทั้งจากการเก็บและการตีความหมายของข้อมูล รวมทั้งเพื่อป้องกันการเกิดความสงสัยในเรื่องความลำเอียง (bias) ส่วนตัวของผู้วิจัยในการตีความ ผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้ คือ

1) ทำการตรวจสอบและ/หรือทดสอบข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม และตีความนั้นให้แน่ใจว่าถูกต้อง โดยใช้เทคนิควิธีแบบสามเส้า (Triangulation) (สุภางค์ จันทวานิช, 2542 : 128 – 129; อ้างอิงจาก Denzin, 1970. *The Research Act.*) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการนำร่องรายงานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ และตีความนั้นมาซักถาม ทบทวนซ้ำกับนักเรียนที่เป็นเจ้าของข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนจัดทำเป็นรายงานฉบับสมบูรณ์

2) พยายามขจัดที่มาของความไม่เที่ยงตรงของข้อมูลที่เกิดจากการสังเกต สัมภาษณ์ และการตีความ ที่มาจากตัวผู้ถูกสัมภาษณ์ และการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเอง อาทิเช่น เกิดจากความเข้าใจผิด หรือการขยายความข้อมูล ด้วยเทคนิควิธีแบบสามเส้า ดังกล่าว

3) พยายามควบคุมสถานการณ์วิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง โดยการสร้างความสัมพันธ์ที่ดี และความไว้วางใจระหว่างผู้วิจัย และผู้ถูกวิจัย (Rapport) ด้วยการใช้เวลาอยู่ในสนามวิจัยนานพอสมควร และดำเนินการสังเกต สัมภาษณ์ ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ด้วยเทคนิควิธีที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงภายในของข้อมูล ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความเที่ยงตรงของตัวงานวิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2542 : 176 – 177) ดังนี้ คือ

ก. ความเที่ยงตรงตามปรากฏการณ์ (Phenomenological Validity) ซึ่งเกิดจากการที่ผู้ถูกวิจัยรู้สึกคุ้นเคยกับผู้วิจัย

ข. ความเที่ยงตรงตามความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม (Ecological Validity) ซึ่งเกิดจากการที่ทำการวิจัยในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ

ค. ความเที่ยงตรงตามบริบท (Contextual Validity) ซึ่งเกิดจากการทำวิจัยที่ศึกษาปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมที่เป็นปกติธรรมดา

2.3 จรรยาบรรณในการรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา ของการวิจัยเชิงคุณภาพนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูล ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้ตัวเองเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการนำตัวเข้าไปคลุกคลี เพื่อให้มีประสบการณ์ตรงในปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ที่กำลังศึกษาอยู่ ดังนั้นข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มาจึงเกิดจากความไว้วางใจของนักเรียนผู้เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ซึ่งเป็นผู้ถูกวิจัย ดังนั้นเพื่อป้องกันสิ่งที่คาดว่าอาจเกิดความเสียหาย และเพื่อเป็นการรักษาสิทธิมนุษยชนของผู้ให้ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้หลักของจรรยาบรรณของผู้วิจัยในการรวบรวมข้อมูลดังนี้ คือ

ในการสังเกต สัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ให้เกียรติสร้างความไว้วางใจ และแนะนำตัวเองว่าเป็นใครมาด้วยจุดประสงค์อะไร และขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลด้วยความเต็มใจและสมัครใจของผู้ให้ข้อมูล ในการจัดเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้เครื่องบันทึกเสียง และจดบันทึกประเด็นสำคัญ โดยอธิบายให้ทราบล่วงหน้าว่าข้อมูลดังกล่าวจะเก็บไว้เป็นความลับ โดยเฉพาะในส่วนที่ลุ่มลึกละเอียดอ่อนบางประการที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้ให้ข้อมูลได้ และในขณะที่สัมภาษณ์ถ้าผู้ให้ข้อมูลขอไม่ตอบคำถามหรือขอยุติการให้ข้อมูลก็สามารถทำได้

เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลดังกล่าวแล้ว ได้รับดำเนินการถอดคำสัมภาษณ์จากแถบบันทึกเสียงแบบคำต่อคำ และจัดทำบันทึกข้อมูลให้สมบูรณ์เป็นระบบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการตีความ และให้ความหมายแก่ข้อมูล (Making Interpretation) ที่ได้จากการถอดคำสัมภาษณ์จากแถบบันทึกเสียง จากข้อมูลที่จดบันทึก และจากการสังเกต โดยเป็นข้อมูลในลักษณะบรรยายปรากฏการณ์อย่างละเอียด (Thick Description) สำหรับหลักในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของกระบวนการสร้างทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory) ซึ่งเน้นการสร้างทฤษฎีจากข้อมูล มาใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเข้าถึงข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การตีความข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างทฤษฎีที่เหมาะสมสามารถอธิบายปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนได้อย่างถูกต้องแท้จริง ซึ่งเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงในบริบทสังคมไทยด้วย ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น กระทำไปพร้อม ๆ กันกับการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลชุดแรกจากการสังเกตและสัมภาษณ์ระดับลึกจากผู้ให้ข้อมูลหลักซึ่งเป็นนักเรียนคนแรก ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษา ให้ความหมายข้อมูลที่ได้มา (Open Coding) และทำการสร้างมโนทัศน์ (Conceptualize) ของข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันหรือแตกต่างกัน จัดหมวดหมู่ของมโนทัศน์ (Categorizing) เพื่อหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่ช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจความหมาย หรือการตีความพฤติกรรมของผู้ให้สัมภาษณ์ภายใต้ภาวะเงื่อนไขและบริบทที่มีความแตกต่างกัน

โดยอาศัยความไวทางทฤษฎี เพื่อช่วยคัดเลือกผู้ให้สัมภาษณ์รายต่อไปได้อย่างเหมาะสมรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยทั้งนี้การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างมโนทัศน์ขึ้นจากข้อมูล การเชื่อมโยงมโนทัศน์ และการหาข้อสรุปเชิงทฤษฎีเบื้องต้น ผู้วิจัยได้กระทำไปพร้อม ๆ กัน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้นต่อมา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยกระทำเมื่อข้อมูลที่ได้ออกมาถึง “จุดอิ่มตัว” (Saturation) กล่าวคือไม่ทำให้ต้องปรับมโนทัศน์และข้อสรุปเชิงทฤษฎีที่มีอยู่อีก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ทฤษฎีถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยดำเนินการสร้างมโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical Coding) โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด ในการสร้างมโนทัศน์ผู้วิจัยนำข้อมูลที่มีทั้งหมดมาจัดแยกตามคุณสมบัติ (Properties) จัดเป็นรหัสหมวดหมู่ (Code Mapping) ตามหัวข้อที่ต้องการศึกษา ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความผันแปรไปในมิติระดับต่าง ๆ (Dimensional Range) จากนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการตีความ (Interpretation) มโนทัศน์ที่ได้จึงไม่ใช่สิ่งที่ปรากฏเห็นอยู่ในปรากฏการณ์จริง แต่เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยสร้าง (Construct) ขึ้นมาจากข้อมูล เพื่อให้เป็นมโนทัศน์หลัก (Axial Coding) ซึ่งเป็นกระบวนการนำข้อมูลกลับมาประมวลกันอีกครั้ง จากนั้นจึงเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ได้จากการสร้างจากข้อมูลที่มีอยู่ในรูปข้อความที่แสดงความเกี่ยวพันระหว่างมโนทัศน์ทั้งหมด ความเกี่ยวพันนี้เป็นความเกี่ยวพันในเชิงสาเหตุ หรือ ความเกี่ยวพันในลักษณะของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Consequence) หรือเป็นความเกี่ยวพันในลักษณะของสิ่งที่จะต้องเกิดขึ้นพร้อมกัน นอกจากนี้การเชื่อมโยงมโนทัศน์ยังต้องคำนึงถึงเงื่อนไข (Condition) และบริบท (Context) ของความเกี่ยวพันระหว่างมโนทัศน์ด้วย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยได้ข้อสรุปเชิงทฤษฎี (Theoretical Generating) ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมมากพอที่ได้หลอมรวมความหลากหลายต่าง ๆ เข้าไว้เป็นหมวดหมู่ และสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ของกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใกล้เคียงกันในบริบทอื่น ๆ ได้ (นภภรณ์ หะวานนท์. 2539 : 106) ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยนำเสนอแบ่งออกเป็นบทต่าง ๆ ดังนี้ บทที่ 4 เบื้องต้นของความเป็นนักฟิสิกส์ บทที่ 5 ก้าวย่างเข้าสู่โลกของนักฟิสิกส์ บทที่ 6 โลกของความเป็นนักฟิสิกส์ และบทที่ 7 เป็นบทสรุปท้าย ซึ่งผู้วิจัยกล่าวถึงผลสรุปของการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key informant) กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์

ที่	ชื่อ - สกุล	ชั้น	อายุ	โรงเรียน	จำนวนพี่น้อง		ความสำเร็จทางด้านฟิสิกส์
					ลำดับที่การเกิด	ลำดับที่การเกิด	
1	นักเรียนหญิง	ม. 6	18 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	เข้าค่ายสอว.ม.4 (ฟิสิกส์) ครั้งที่ 1 และ ม. 5 ครั้งที่ 2 เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2 ผู้แทนเข้าแข่งขันฟิสิกส์เอเชีย
2	นักเรียนชาย	ม. 6	18 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2
3	นักเรียนชาย	ม. 4	16 ปี	กลางกรุงเทพฯ	3 คน (คนที่ 2)	3	เข้าค่าย สอว. ม. 3 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
4	นักเรียนชาย	ม. 6	18 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2
5	นักเรียนชาย	ม. 5	17 ปี	กลางกรุงเทพฯ	1 คน (คนที่ 1)	1	เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2
6	นักเรียนชาย	ม. 6	18 ปี	กลางกรุงเทพฯ	1 คน (คนที่ 1)	1	ผู้แทนเข้าแข่งขันฟิสิกส์เอเชีย เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2
7	นักเรียนชาย	ม. 4	16 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	ผู้แทนเข้าแข่งขันฟิสิกส์เอเชีย ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอว. ม. 4 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
8	นักเรียนชาย	ม. 4	16 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอว. ม. 4 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
9	นักเรียนหญิง	ม. 4	16 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 2)	2	ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอว. ม. 4 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
10	นักเรียนหญิง	ม. 4	16 ปี	กลางกรุงเทพฯ	1 คน (คนที่ 1)	1	ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอว. ม. 4 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
11	นักเรียนชาย	ม. 4	15 ปี	กลางกรุงเทพฯ	2 คน (คนที่ 1)	2	ได้รับคัดเลือกเข้าค่าย สอว. ม. 4 ฟิสิกส์ ครั้งที่ 2
12	นักเรียนชาย	ม. 5	17 ปี	ใจกลางกรุงเทพฯ	3 คน (คนที่ 2)	3	เข้าค่าย Jsp. ม. 5m ระยะยาว, เหรียญรางวัลในการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ (สาขาคณิตศาสตร์) เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2

ตาราง 1 (ต่อ)

ที่	ชื่อ - สกุล	ชั้น	อายุ	โรงเรียน	จำนวนพี่น้อง		ความสำเร็ทางด้าพิลลล
					ลำดับที่การเกิด	ด้าบที่การเกิด	
13	นักรเรียนชาย	ม. 5	17 ปี	ชานกรุงททท	2 คน (คนที่ 1)	นักรเรียนในโครงการ พสวท.เข้าค่าย สอวน ม. 5 พิลลล คร้งที่ 2	
14	นักรเรียนชาย	ม. 6	18 ปี	ใจกลางกรุงททท	3 คน (คนที่ 3)	เข้าค่าย Jsp ม. 5 ระยะสั้น, เข้าค่าย สอวน ม. 5 พิลลล คร้งที่ 2, เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันพิลลลโอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2	
15	นักรเรียนหญิง	ม. 5	17 ปี	ชานกรุงททท	2 คน (คนที่ 1)	. นักรเรียนในโครงการ พสวท.(สนใจพิลลล)	
16	นักรเรียนหญิง	ม. 5	17 ปี	ชานกรุงททท	2 คน (คนที่ 2)	นักรเรียนในโครงการ พสวท.เข้าค่าย สอวน ม. 5 พิลลล คร้งที่ 2	
17	นักรเรียนชาย	ม. 6	17 ปี	ชานกรุงททท	2 คน (คนที่ 1)	นักรเรียนในโครงการ พสวท. .เข้าค่าย Jsp ม. ปลาย ระยะยาว, เข้าค่าย สอวน ม. 5 พิลลล คร้งที่ 2, เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันพิลลลโอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2	
18	นักรเรียนชาย	ม. 6	18 ปี	ใจกลางกรุงททท	2 คน (คนที่ 1)	เข้าค่ายคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันพิลลลโอลิมปิกระหว่างประเทศ รอบที่ 2	เหรียญรางวัลในการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ (สาขาคณิตศาสตร์, สาขา พิลลล) เหรียญรางวัลในการแข่งขันพิลลลเอเซีย

บทที่ 4

เบื้องต้นของความเป็นนักฟิสิกส์

พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นคุณลักษณะของบุคคลผู้มีคุณสมบัติหลายประการที่เฉพาะด้าน กระบวนการหล่อหลอมพฤติกรรมของบุคคลเข้าสู่คุณลักษณะเฉพาะด้านใดนั้น บุคคลผู้นั้นต้องได้รับการกระตุ้น เร้าจากภาวะแวดล้อมสังคมและปัจจัยเกื้อหนุนที่หลากหลายและเจาะจง เพื่อก่อให้เกิดพฤติกรรมที่ปรารถนาตาม แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ และกระบวนการขัดเกลาทางสังคม แต่การที่บุคคลหล่อหลอมตนเองเข้าสู่ภาวะของ ความเป็นนักฟิสิกส์หรือกลายเป็นนักฟิสิกส์ได้นั้น ต้องผ่านกระบวนการหล่อหลอมตนเองทั้งทาง “กระบวนการคิด” และ “จิตวิญญาณ” ให้เข้าสู่ภาวะของความเป็นนักฟิสิกส์ที่สะท้อนรับกับปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอไว้ในบทที่ 2 ประกอบด้วย ความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่า ในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพเฉพาะตน ซึ่งเกิดจากกระบวนการพัฒนาความเป็นตัวตนตาม แนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ดังที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการอธิบาย “กระบวนการหล่อหลอมตนเองเข้าสู่ความเป็น นักฟิสิกส์” อันเป็นปรากฏการณ์ที่บุคคลสร้างสรรค์ตนเองขึ้นมาตามกรอบความคิดในการวิจัย ซึ่งเป็นผลอันเนื่อง มาจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมแวดล้อม อันเป็นบริบทที่บุคคลได้รับรู้ เรียนรู้ เข้าใจตน ตามที่สังคม คาดหวัง ตนเองคาดหวัง นั่นคือความเป็นตัวตนพัฒนาเกิดขึ้นมานั่นเอง บริบทที่เป็นเงื่อนไขสำคัญที่นักเรียนผู้มีความสามารถทางฟิสิกส์ได้สัมผัสและเกิดสัมพันธ์ภาพก่อก่อให้เกิดการรับรู้ ตีความให้ความหมายด้วยนั้น ผลที่ได้ จากการวิเคราะห์ โดยการตีความให้ความหมายจากการรับรู้ เรียนรู้ เข้าใจตนของนักเรียนผู้อยู่ในปรากฏการณ์ ของความเป็นนักฟิสิกส์ที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า เงื่อนไขด้านบริบทแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการพัฒนาความเป็นตัวตนกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนมี 3 ประการ ประกอบด้วย ครอบครัว โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา และกลุ่มเพื่อน ส่วนบริบทแวดล้อมด้านสื่อมวลชน และสิ่งแวดล้อมอื่นที่ นอกเหนือจากนั้นนั้น ไม่สะท้อนปรากฏให้เห็นเป็นเงื่อนไข หรือปัจจัยสำคัญ แต่จะปรากฏให้เห็นเป็นองค์ประกอบ ร่วม หรือเครื่องมือในการแสวงหาองค์ความรู้ หรือช่วยพัฒนาทักษะความสามารถเฉพาะด้าน ในรูปลักษณะของ สื่อที่นำไปสู่การเรียนรู้ ทั้งนี้ความเกี่ยวพันของอิทธิพลด้านสื่อมวลชนและสิ่งแวดล้อมอื่นจะปรากฏให้เห็น สอดแทรกอยู่ในบริบทแวดล้อมด้านครอบครัว โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา และกลุ่มเพื่อน อันเป็นเงื่อนไข หลักที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้

ดังนั้นในบทนี้ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์การรับรู้ ตีความให้ความหมายต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียนกับเงื่อนไขที่เป็นบริบทแวดล้อมสังคม อันประกอบด้วย ครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน ที่นักเรียนมี สัมพันธ์ภาพด้วย ดังนี้

1. ครอบครัวผู้เฝ้าทางสร้างชีวิต

โลกแห่งความเป็นจริง ครอบครัวเป็นสถาบันหลักในการพัฒนาความเป็นมนุษย์ให้กับสมาชิกแห่งตน ดังที่ ปราณี วิฑูริย์ (2523 : 95 – 96) ได้สรุปหน้าที่ของสถาบันครอบครัวไว้ 6 ประการด้วยกัน คือ หน้าที่ในการทดแทนสมาชิกเก่าด้วยการสร้างสมาชิกใหม่ หน้าที่ในการควบคุมพฤติกรรมทางเพศ หน้าที่ความรับผิดชอบ ทางเศรษฐกิจ หน้าที่ในการอบรมขัดเกลาทางสังคมแก่ผู้เยาว์วัย หน้าที่ในการให้สถานภาพทางสังคม และหน้าที่

ในการสร้างความใกล้ชิด สนับสนุน ความคุ้นเคย ความรู้สึกเป็นเจ้าของและการสนับสนุนทางด้านอารมณ์ให้กับสมาชิกครอบครัว ดังนั้นบทบาทความสำคัญของสถาบันครอบครัว เมื่อพิจารณาถึงควมมีอิทธิพลในการสร้างตนของนักเรียน รวมทั้งความมุ่งหวัง คาดหวังที่ครอบครัวมี ทุกครอบครัวต่างมุ่งหวังและคาดหวังให้บุตรหลานของตนประสบความสำเร็จในชีวิต สร้างความภาคภูมิใจให้กับครอบครัว นั่นคืออิทธิพลของกระบวนการหล่อหลอมขัดเกลาทางสังคมของครอบครัวที่มีต่อนักเรียนจึงมีบทบาทอิทธิพลสูง แต่ในขณะที่เดียวกันวัฒนธรรมการอบรมเลี้ยงดูของแต่ละครอบครัวต่างมีวิธีหรือรูปแบบของตนแตกต่างกัน จากการศึกษาวิจัยนำแนวคิดปฏิสังสรรค์สังเคราะห์มาใช้ในการศึกษานั้น เพราะมีความเชื่อว่าบุคคลสามารถพัฒนาตนได้ด้วยตนเอง อันเกิดจากบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ต่าง ๆ รอบ ๆ คน ดังนั้นครอบครัวจึงเป็นเงื่อนไขแรกสุดที่บุคคลได้สัมผัส มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดที่สุด และเป็นแหล่งถ่ายทอดทางวัฒนธรรมความรู้อย่างครบถ้วน ในด้านความรู้สึกรู้สึกคิด อันประกอบด้วย ความเชื่อ ความศรัทธา เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ สัมพันธภาพภายในครอบครัวระหว่าง พ่อแม่ พี่น้อง และเครือญาติ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการรับรู้ ได้รับความ ให้ความหมายและนำไปสู่การพัฒนาความเป็นตัวตนตามกระบวนการคิดตัดสินใจ ดังนั้นครอบครัวจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้นักเรียนผู้มีความสามารถทางพิสัยเกิดการรับรู้ ได้รับความ นำไปสู่การพัฒนาก่อเกิดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนักพิสัยของนักเรียนเอง

จากการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ที่พบ อันประกอบไปด้วย สัมพันธภาพแบบครอบครัวเป็นผู้เกื้อหนุนครอบครัวเป็นผู้สร้างสรรค์พัฒนาการของลูก และครอบครัวเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจหรือแรงขับ ดังมีรายละเอียดของสัมพันธภาพ ดังต่อไปนี้

1.1 ครอบครัวเป็นผู้เกื้อหนุน

รูปแบบของสัมพันธภาพแบบครอบครัวเป็นผู้เกื้อหนุนนั้น คือ รูปแบบความสัมพันธ์ของครอบครัว ที่พ่อแม่ พี่น้อง และเครือญาติมีสัมพันธภาพกับนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาในลักษณะของการเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุน ซึ่งผู้วิจัยให้ความสนใจไปที่การเป็นที่พึ่งและการให้การสนับสนุนด้านการเรียนรู้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกรณีศึกษาพบว่า ครอบครัวมีบทบาทสูงมากในการเกื้อหนุนพัฒนาการด้านทักษะพื้นฐานการอ่าน และพัฒนาการด้านทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการช่วยเหลือแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการคิด โดยการกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์บนฐานของข้อมูลแล้วพิจารณาตัดสินใจด้วยตนเอง อันเป็นพัฒนาการของการให้อิสระทางความคิดเพื่อสร้างสรรค์ความเป็นตัวตนแห่งตนเอง ซึ่งรูปแบบหรือแบบแผนของสัมพันธภาพการเป็นผู้เกื้อหนุนดังกล่าว มีดังนี้

1.1.1 การเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุน

รูปแบบของครอบครัวในการเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุนต่อนักเรียนที่ผู้วิจัยให้ความสนใจศึกษา คือ ด้านการเรียนรู้ ลักษณะของครอบครัวในการเป็นที่พึ่ง และให้การสนับสนุนทางการเรียนกับลูก คือ การที่พ่อแม่หรือเครือญาติในครอบครัวให้ความสนใจต่อพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในรูปแบบติดตามความก้าวหน้าของการเรียนรู้ หรือการเสริมสร้างพัฒนาการด้านการเรียนรู้ให้กับลูก ตามแบบแผนหรือแนวคิดที่เป็นความเชื่อของตน รวมทั้งการช่วยเหลือฝึกฝนพัฒนาการด้านทักษะพื้นฐานทางการเรียน บทบาทของครอบครัวที่เป็นกรณีศึกษานั้นพบว่า ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ดังมีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

เป็นผู้วางทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน

กรณีศึกษาพบว่า ครอบครัวของนักเรียนผู้มีความสามารถทางฟิสิกส์สูงนั้น “พ่อแม่” ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน และพยายามกระตุ้นเร้าความสนใจในการอ่าน และการใช้ทักษะพื้นฐานด้านการอ่านในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การเพาะสร้างนิสัยรักการอ่านให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน เป็นก้าวอย่างที่สำคัญของพัฒนาการความเป็นผู้ใหญ่ อันนำไปสู่การเพาะสร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านความสามารถในการสืบค้นข้อมูลและเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นพัฒนาการความสามารถพื้นฐานของความเป็นนักฟิสิกส์ในอันดับต่อมา ทั้งนี้ รูปแบบของพัฒนาการความสามารถด้านการอ่านที่พบมี ดังนี้

การอ่าน...กลายเป็นความคุ้นชินของวิถีชีวิต

การพัฒนาสร้างสรรค์นิสัยรักการอ่านด้วยการสร้างความคุ้นชินเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต ดังกรณีศึกษาวิถีชีวิตของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่ปัจจุบันกำลังเรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” วิถีชีวิตในวัยเด็กของนักเรียนชายผู้นี้ เขาได้รับการพัฒนาทักษะด้านการอ่านจากคุณพ่อคุณแม่ของเขา ทั้งนี้จากการบอกเล่าพบว่า ทั้งคุณพ่อคุณแม่ของเขาให้ความสนใจช่วยเหลือฝึกฝนความสามารถด้านการอ่านให้กับเขา คือการสรรคหาหนังสือที่มีรูปภาพประกอบ รวมทั้งการดูเพื่อใช้เป็นสื่อกระตุ้นเร้าความสนใจในการอ่าน ซึ่ง เขาเองยอมรับว่า ปัจจัยที่ส่งผลนำไปสู่ความสามารถในด้านการอ่านคือ “หนังสือการ์ตูน” ดังที่เขาได้แสดงถึงการรับรู้ต่อกระบวนการพัฒนา อันเป็นเงื่อนไขที่เขาได้รับการปฏิบัติจากคุณพ่อคุณแม่ของเขา ด้วยการเล่าบอกต่อผู้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...เป็นการดูส่วนมากครับ เพราะว่าที่เริ่มอ่านหนังสือ เพราะการ์ตูนครับ กว่าที่จะอ่านหนังสือได้นี้ก็เพราะอ่านการ์ตูน (หมายถึงอ่านหนังสือการ์ตูน – ผู้วิจัย)”

การที่คุณพ่อคุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้ใช้หนังสือที่มีรูปภาพประกอบเป็นสื่อนำไปสู่การสร้างความเข้าใจในสัญลักษณ์ที่เป็นตัวหนังสือ ได้ช่วยพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านการอ่านให้กับเขา ช่วยให้เขาเข้าใจเรื่องราวและเร้าความสนใจต่อความอยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราวที่ปรากฏในภาพ ซึ่งนักเรียนชายผู้นี้ได้บอกความรู้สึกไว้ว่า “ชอบ” และได้เล่าถึงพัฒนาการด้านการอ่านที่ได้รับการฝึกฝนจากคุณพ่อคุณแม่ของเขาว่า “เริ่มรู้สึก...ดูรูปแล้วเริ่มอ่านได้ตอนขึ้น ป. 1” ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก “คุณแม่เป็นผู้ฝึกสอน” และนอกจากนั้น ทั้งคุณพ่อคุณแม่ของเขายังส่งเสริมสนับสนุนพัฒนาการด้านการอ่านให้กับเขา โดยหาหนังสือที่เป็นรูปภาพและการ์ตูนเกี่ยวกับความรู้รอบตัว ดังที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟังดังนี้

“หนังสือการ์ตูนคล้าย ๆ กับโดเรมอนสอนคณิตศาสตร์ รู้จักดาวเคราะห์ ...ยานอวกาศ พวกเทคโนโลยี หุ่นยนต์”

นอกจากนี้ยังพบว่า หนังสือที่คุณพ่อคุณแม่ของเขาสนับสนุนให้นักเรียนชายผู้นี้ซื้อมาด้วยตนเอง หรือคุณพ่อคุณแม่ของเขาหามาให้ เป็นพวกหนังสืออ่านมีภาพประกอบและเป็น “ลักษณะหนังสืออ่านเล่น หนังสือพวกเสริมความรู้ พวกวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่” จากความคุ้นชินกับการฝึกฝนทักษะด้านการอ่าน ซึ่งนักเรียนชายผู้นี้ยอมรับว่า ได้ปฏิบัติเป็นประจำจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต ได้เพาะสร้างนิสัยรักการอ่านหนังสือให้เกิดขึ้นกับตัวของเขา ทั้งนี้นักเรียนชายผู้นี้ได้แสดงการรับรู้ต่อการแสวงหาความรู้ด้วยการอ่าน ดังนี้

“อาจจะแปลมาตั้งแต่เด็ก ๆ...เพราะว่าคุ้นเคยกับวิธีนี้ (หมายถึงการอ่านหนังสือเพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง - ผู้วิจัย)” ทำให้เขาเกิดความมั่นใจต่อทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยการอ่านหนังสือ ดังเห็น ได้จากการที่เขาเตรียมตัวสอบเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนมีชื่อแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพ ด้วยการเตรียมตัวสอบด้วยตนเอง “อ่านด้วยตนเอง...เลือกเอง ชื่อเอง (หมายถึงแสวงหาหรือเลือกชื่อหนังสือเตรียมสอบเข้าเรียนต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยตนเอง - ผู้วิจัย)”

การอ่าน...กลายเป็นความบันเทิงใจ

รูปแบบการส่งเสริมพัฒนาการด้านการอ่านอีกกรณีหนึ่งที่น่าสนใจคือ “การกระตุ้นให้เกิดความบันเทิงใจ” ดังกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านชานกรุงฯ” ซึ่งครอบครัวนี้ให้ความสนใจและใส่ใจในการเกื้อหนุนพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านการอ่านให้เกิดขึ้นกับลูกค่อนข้างสูง ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์พบว่าคุณพ่อคุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้ให้ความสนใจและ “ลงทุน” ต่อการเรียนรู้ ด้วยการส่งเสริมพัฒนาการทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน ด้วยการจัดหาหรือแสวงหาสื่อและหนังสือดี ๆ ที่ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจ ก่อให้เกิดแรงบันดาลใจ เพื่อสนองต่อความอยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราว อันเป็นการนำไปสู่พัฒนาการของนิสัยรักการอ่านการค้นคว้าในเวลาต่อมา ดังภาพสะท้อนที่เขาแสดงความรู้สึกประทับใจอันเกิดจากการที่คุณแม่ของเขา “ลงทุน” โดยความเข้าใจของเขา คือ ชื่อหนังสือ “สารานุกรม” ให้เขาในตอนที่เขายังเป็นเด็ก ๆ ขณะกำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นอนุบาล จากการรับรู้ของนักเรียนชายผู้นี้ ได้สะท้อนให้เห็นถึงความเพียรพยายามของคุณพ่อคุณแม่ของเขาในการปลูกฝังนิสัยรักการอ่าน อันเป็นความคาดหวังที่ครอบครัวนี้มีต่อลูกได้อย่างชัดเจน ดังที่เขาเล่าย้อนอดีตถึงความรู้สึกประทับใจต่อคุณแม่ของเขาให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง เมื่อครั้งกำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นอนุบาล ซึ่งเขาจดจำได้อย่างแม่นยำถึงความรู้สึกที่คุณแม่ของเขาชื่อหนังสือสารานุกรม ซึ่งมีเรื่องราวและรูปภาพสวย ดังนี้

“ผมจำได้ว่า ที่ซาบซึ่งมากมาย ...แก (คุณแม่) ก็ซื้อสารานุกรมชุดหนึ่งของ...(ชื่อหนังสือ)...เป็นภาษาไทยที่เขาแปลมาจากภาษาอังกฤษ...แพงมาก คุณแม่ต้องใช้เงินเดือนทั้งเดือนซื้อ...อ้อ...ตอนนั้นน่าจะอายุ...น่าจะชั้นอนุบาล ก็เริ่มศึกษาสารานุกรมแล้ว ก็มาเปิดดูรูปสวย ๆ ... อนุบาล 2 นะครับ อนุบาล 2 ก็เริ่มอ่านเองได้แล้วครับ อ่านออกแล้ว ตอนนั้นยังจำได้อยู่ หนังสือก็ยังมีที่บ้าน ชุดนี้ยังอยู่ครบ...ทั้งชุดมี 8 เล่ม ...เป็นหนังสือกระดาษอาบมันเป็นสี ...มีทุกเรื่องเลยครับ มีตั้งแต่สัตว์โลกอะไรอย่างนี้ก็มี คุณแม่...จะลงทุนมากกับเรื่องตรงนี้”

การใช้เทคนิคในการเสริมสร้างพัฒนาการด้านการอ่าน ด้วยหนังสือสารานุกรม อันเป็นสื่อที่มีคุณลักษณะเด่นพิเศษ คือลักษณะการเขียนการดำเนินเนื้อหาด้วยภาพและเรื่องราวที่สมบูรณ์แบบเชิงบูรณาการ รูปลักษณะของหนังสือมีคุณภาพสูงต่อการสื่อสารสร้างความเข้าใจ และเร้าความสนใจ ที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้เพื่อเป็นสื่อสร้างความสนใจ และสนองต่อความอยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราว และการสร้างสรรคจินตนาการของนักเรียน อันนำไปสู่การเร้าความสนใจที่จะแสวงหาคำตอบต่อความลึกลับของธรรมชาติ ทำให้นักเรียนชายผู้นี้เกิดการรับรู้และกระตุ้นเร้านิสัยอยากอ่านหนังสือเพื่อแสวงหาคำตอบ ดังความรู้สึกที่นักเรียนชายผู้นี้แสดงออก จากการให้สัมภาษณ์ และยอมรับว่า หนังสือดังกล่าวเป็นสื่อนำไปสู่การก่อเกิด “แรงบันดาลใจต่อความอยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราว” อันเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากความบันเทิงใจให้นำไปสู่พัฒนาการด้านความสามารถในการอ่าน เพื่อสนองต่อความอยากรู้อยาก

“...ภาพดวงดาวนะครับ ผมจะชอบพวกดวงดาว ตอนนั้นเด็กอนุบาลก็ไม่รู้เรื่องอะไรหรอก แต่ถ้าถามว่าสัตว์ชอบไหม บางทีเบื่อก็จะแปลกมกลาย ถ้าคุณแม่ไม่อ่านให้ฟังจะไม่อ่าน แต่ถ้าเรื่องดาวอ่านมา 5 รอบก็ยังอ่านอีก”

ความพยายามปลูกฝังนิสัยรักการอ่านที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้ นอกจากจะใช้วิธีเร้าความสนใจด้วยหนังสือสารานุกรมที่มีภาพและเรื่องราวที่น่าสนใจแล้วยังพบว่า คุณแม่ของเขายังให้ความสนใจต่อการพัฒนาพฤติกรรมกรเรียน สละเวลาด้วยการอ่านนิทานให้ฟัง และเอาหนังสือเรียนมาอ่านทบทวนให้ฟังเสมอ ๆ คั้งที่นักเรียนชายผู้นี้แสดงถึงการรับรู้ต่อการปฏิบัติของคุณแม่ของเขา ดังนี้

“คุณแม่ให้เวลาตลอด ...คุณแม่กลับมาจากทำงาน ก็เหนื่อยมากแล้ว ...กลับมาแล้วก็...คือตรวจการบ้านให้เรา...ตอนอนุบาล...คุณแม่ก็จะเอาหนังสือมาทบทวนให้ (หมายถึงอ่านหนังสือให้ฟัง ซึ่งรวมทั้งสอนให้อ่านหนังสือด้วย - ผู้วิจัย)”

การแสวงหาเทคนิควิธีเร้า ให้ความสนใจต่อการปลูกฝังนิสัยรักการอ่านที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้กระทำต่อเขาจะเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ พร้อมกับสอดแทรกเทคนิคการอ่านหนังสือและความรับผิดชอบให้ จากความใส่ใจฝึกฝนอบรมขัดเกลาพร้อม ๆ กับ “การเพาะสร้าง” คุณลักษณะบางประการ อันประกอบด้วยความรับผิดชอบ ความเพียรพยายาม ที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้ฝึกปฏิบัติต่อเขาเป็นประจำ อย่างสม่ำเสมอ ได้ช่วยเพาะสร้างคุณลักษณะอันเป็นกลไกสำคัญของการเป็นนักเรียนเรียนดีที่นำไปสู่พฤติกรรมที่ทำให้เขาประสบความสำเร็จทางการเรียนในระดับสูงในเวลาต่อมา คั้งที่เขาได้เล่าถึงความใส่ใจที่คุณแม่มีต่อการปลูกฝังนิสัยรักการอ่านให้กับเขาคั้งนี้

“ผมจำได้ว่า ตอน ป. 2 เราก็ต้องอ่านหนังสือด้วยตัวเอง คุณแม่ก็จะ เอ้า! นี่อ่านหนังสือด้วยตัวเอง เรียนจากไหนถึงไหนก็จะวงหน้าไว้ ...ว่า วันนี้อ่านได้กี่หน้า อย่างสมมติว่า ถ้ารู้อีก 5 วันจะสอบ ตารางสอบออกแล้วก็จะแบ่งไว้เลยว่า วันนี้อ่าน 3 หน้านะวิชานี้ ก็จะอ่านเสร็จทันพอดี แต่พอขึ้น ป. 3 ผมเป็นคนอ่านเอง...ไม่ต้องรอให้แม่บอก ก็คิดว่าตรงนี้แม่เค้าสอนความรับผิดชอบให้ดิ้นะครับ”

ผลของการใช้รูปแบบและคุณภาพของหนังสือเป็นสื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการด้านการอ่านที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้ร่วมกับการให้ความสนใจสละเวลาฝึกหัดนิสัยรักการอ่าน ทำให้นักเรียนชายผู้นี้เริ่มชอบอ่านหนังสือและพัฒนาเข้าสู่วิถีชีวิต คือมีนิสัยรักการอ่าน อันเกิดจากแรงบันดาลใจ เนื่องจากการกระตุ้นเร้าของความใคร่รู้ เพื่อเป็นการสนองตอบต่อนิสัยอยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราว ซึ่งเป็นธรรมชาติประการหนึ่งของมนุษย์ และได้นำไปสู่การเกิดอุปนิสัยของผู้แสวงหาอันเกิดจาก “แรงจูงใจใฝ่รู้” ทำให้เขาพยายามแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้นเกินกว่าระดับชั้นเรียนที่เรียนอยู่ คั้งที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง คั้งนี้

“ผมฟังมาฉายแววชอบอ่านหนังสือ ก็คือ ป.4 เริ่มฉายแววจริง ๆ ที่เริ่มอ่านหนังสือแบบวิชาการจริง ๆ... ตอน ป.4 จะขอคุณแม่ซื้อหนังสือ ป.6 เป็นหนังสือเลขครับ”

การอ่าน...กลายเป็นความใฝ่รู้

กระบวนการหล่อหลอมเพาะสร้างนิสัยรักการอ่านจนกลายเป็นคุณลักษณะอุปนิสัยของผู้ใฝ่รู้ เป็นรูปแบบการพัฒนานิสัยรักการอ่านอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ ดังกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” ซึ่งได้รับการพัฒนานิสัยรักการอ่านให้สอดคล้องกับรูปแบบลักษณะนิสัยการเรียนรู้อุปนิสัย (Style leaning) โดยเริ่มจากคุณลักษณะ อันเป็นอุปนิสัยพื้นฐานของนักเรียนชายผู้นี้ คือ ความอยากรู้

อยากเห็น จากผลการศึกษาวิตีชีวิตในวัยเด็กของนักเรียนชายผู้นี้ เขายอมรับว่า ไม่สนใจเรื่องการเรียน และขาดความรับผิดชอบ ดังที่เขายอมรับกับผู้สัมภาษณ์ว่า “ตอนเด็ก ๆ นี่...เป็นเด็กเหลวไหลมาก (หมายถึงเป็นเด็กขาดความรับผิดชอบ – ผู้วิจัย) ไม่ค่อยทำงาน” แต่คุณลักษณะประการหนึ่งที่มีติดตัวคือ อุปนิสัยความอยากรู้อยากเห็น อันเป็นธรรมชาติของเด็กทั่ว ๆ ไป แต่ที่นอกเหนือจากนั้น คือ นักเรียนชายผู้นี้จะมีคุณลักษณะที่พิเศษประการหนึ่งของความอยากรู้อยากเห็น นั่นคือ ความสนใจใฝ่รู้สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวค่อนข้างสูง และพยายามแสวงหาและพยายามที่จะทำความรู้จักและเข้าใจถึงสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเหล่านั้น ในขณะที่เดียวกันครอบครัวของนักเรียนผู้นี้ ได้สนองตอบต่ออุปนิสัยของเขา คือ คุณพ่อคุณแม่ของเขาให้ความสนใจต่อการพัฒนาการด้านการเรียนรู้ ด้วยการแสวงหาหนังสือมาให้เขาได้ศึกษาเพิ่มเติม สนองตอบต่อทิศทางและเป้าหมายแห่งความใคร่รู้นั้น ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าถึงวิถีชีวิตในช่วงเด็ก ๆ ให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“ตอนประถม 1 ถึง ประถม 3 ... ไม่เรียนแล้ว ก็มีเหลือแค่วิชาเดียวที่ผมจะเรียน คือ วิทยาศาสตร์ เพราะตอนเด็ก ๆ ชอบอยู่แล้วครับ (สาเหตุที่ชอบวิทยาศาสตร์ - ผู้วิจัย)...ชอบอะไรที่มันแปลก ๆ ไว้ก่อน วิทยาศาสตร์ ดู ๆ มันเป็นเรื่องที่มีอะไรไม่รู้เยอะ แล้วอีกอย่างหนึ่งก็เป็นธรรมชาติ...หลัก ๆ ก็คือแถวบ้าน ตอนเด็ก ก็มีต้นไม้ใบหญ้าเยอะครับ ผมก็ชอบไปเด็ดดอกไม้มาดมึง จับแมลงอย่างนี้ครับ แล้วอีกอย่างตอนเด็ก ๆ มีหนังสือ คุณพ่อคุณแม่ชอบซื้อหนังสือเด็ก ๆ ... บางเล่มก็มีเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาให้อ่าน “ผมก็ชอบอ่าน” ก็เลยดู”

จากคุณลักษณะของหนังสือวิทยาศาสตร์ที่ คุณพ่อคุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้หาซื้อมาให้ ซึ่งเป็นหนังสือเกี่ยวข้องกับเรื่องใกล้ ๆ ตัว เรื่องราวที่แฝงไปด้วยความลึกซึ้งที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ ได้กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ดังที่เขาเล่าถึงหนังสือที่คุณพ่อคุณแม่ของเขาหามาให้ในช่วงเด็ก ๆ ดังนี้

“เป็นหนังสือวิทยาศาสตร์ทั่วไป เช่น ร่างกายมนุษย์ พวกไดโนเสาร์ โลกศึกษาคำศัพท์ เรื่องลับลอบอวกาศ”

ซึ่งหนังสือเหล่านี้มีลักษณะเป็นหนังสือเล่มบาง ๆ มีภาพประกอบทั้งภาพถ่าย ภาพวาด และภาพเขียน มีคำบรรยาย สิ่งเหล่านี้ได้สนองตอบ และเป็นการกระตุ้นเร้าต่ออุปนิสัยความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชายผู้นี้ โดยเขายอมรับว่า “สนใจอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์มาก” “ชอบวิทยาศาสตร์อยู่อย่างเดียวกับที่ชอบอ่าน” (นักเรียนชายผู้นี้บอกว่ายังเก็บรักษาหนังสือเหล่านั้นไว้ในบ้านจนถึงปัจจุบัน) ความสนใจอ่านหนังสือที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของเขามีมากจนเป็นที่รับรู้ของอาจารย์ที่โรงเรียน ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าบอกถึงการรับรู้ต่อความรู้สึกที่คุณครูที่โรงเรียนบางคนมีต่อนิสัยรักการอ่านหนังสือแนวเรีความรู้ออกทางวิทยาศาสตร์ของเขา ดังนี้

“ก็มีหนังสือวิทยาศาสตร์ที่อ่าน ถึงจะอ่าน นอกนั้นไม่อ่าน ... ก็คือมีอาจารย์บางคนก็ว่า หนังสือเรียนไม่อ่าน อ่านแต่หนังสือพวกนี้ แต่ว่าผมตอนเด็ก ๆ (ขณะเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3) ก็ไม่สนใจ ก็ไม่ชอบเรียน อยากอ่านหนังสือนี้ ... ช่วง ป.4 ก็ชอบอ่านพวกนี้ (หมายถึงยังชอบอ่านหนังสือในแนวเสริมความรู้ หรือเกร็ดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ผู้วิจัย)”

พัฒนาการด้านการอ่านของนักเรียนชายผู้นี้สูงขึ้น เมื่อเขาให้ความสนใจกับหนังสือเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของคุณแม่ที่บังเอิญค้นเจอภายในบ้าน จากหนังสือดังกล่าวได้กระตุ้นความสนใจ อันเกิดจากความอยากรู้อยากเห็นของเขา และได้้นำเขาไปสู่ความสนใจที่จะศึกษาเรื่องราวทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นตามสภาพทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลกในเชิงของความเป็นเหตุและผล ดังที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“มีหนังสือ “Advance” (เกี่ยวกับสภาพทางภูมิศาสตร์ สภาพแผนที่โลก - ผู้วิจัย) ... ตอนเด็ก ๆ ไม่เคยเห็น ... มันมีอยู่ที่บ้านแล้ว ... ตอนนั้น ป.4 ก็มาเห็นของคุณแม่ คือจังหวัดย้ายบ้านครับ เป็นหนังสือภาษาอังกฤษ... เป็นชื่อเมือง ชื่อประเทศ คือพวกนี้อ่านออก เพราะมันอ่านง่าย ก็เห็นมันสวยดี หลัง ๆ ก็เลยไปหาหนังสือที่เกี่ยวกับภูมิศาสตร์มาอ่าน”

ทั้งนี้เขาให้ความเห็นว่าที่สนใจอ่านหนังสือเกี่ยวกับภูมิศาสตร์เพราะว่า “อ่านแล้วเข้าใจเรื่องราวความเป็นมา เป็นเหตุเป็นผล” ดังที่เขาแสดงความรู้สึกต่อเรื่องราวในหนังสือภูมิศาสตร์ที่อ่านดังนี้

“ก็เป็นเพราะว่าภูมิศาสตร์ ... มันเกี่ยวข้องกับฟิสิกส์เยอะเหมือนกัน บ้างทีมันก็เป็นเหตุเป็นผลว่า กระแสน้ำวนอะไรอย่างนี้ คือบางทีก็ชอบอ่านเรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ของภูมิศาสตร์ เช่นกระแสน้ำวนมันเกิดจากอะไร เกิดอุณหภูมิต่างกันตรงไหน คือ ที่บางส่วนของโลกอะไรอย่างนี้ บางทีก็เกิดพายุหมุนอะไรอย่างนี้ มันเป็นอย่างนี้เกิดจากอะไร ส่วนใหญ่จะชอบอ่านตรงนี้ (หมายถึงเป็นการนำเสนอเรื่องราวในลักษณะอธิบายหรือบอกสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ด้วยการแสดงความเป็นเหตุเป็นผล เพื่อทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์นั้น - ผู้วิจัย)”

ผลของการอ่านหนังสือเกี่ยวกับสภาพภูมิศาสตร์ ได้นำไปสู่การเกิดพัฒนาการด้านกระบวนการคิดในเชิงเหตุผล อันเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะของการนำเสนอเรื่องราวทางสภาพภูมิศาสตร์ด้วยการอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ในลักษณะของการเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องหรือความเกี่ยวพันของเหตุปัจจัย พัฒนาการทางการอ่านของนักเรียนชายผู้นี้สูงถึงขั้นชอบอ่านเรื่องราววิเคราะห์เชิงเหตุผล และความเป็นจริงของธรรมชาติ ดังที่เขาได้เล่าบอกถึงการรับรู้ ถึงความรู้สึกของตนเองเมื่อได้อ่านหนังสือเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“มีหลายแบบ บางเล่ม (หนังสือบางเล่ม) ก็ภูมิศาสตร์ล้วน ๆ คือ แผนที่ประเทศ แล้วอธิบายสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ แต่อันนั้นไม่ค่อยมีเหตุผลเท่าไร แต่คือมันก็เป็นความจริง (ลักษณะเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ - ผู้วิจัย) ... อ่านแล้วก็ต้องเชื่อ มันเป็นความจริง ส่วนพวกที่เป็นความจริง (ความจริงของปรากฏการณ์เชิงเหตุผล - ผู้วิจัย) อันนั้นจะบอกอูดุณิยามวิทายามากกว่า (อธิบายความเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ของลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ - ผู้วิจัย) ส่วนใหญ่ที่มันเป็นเหตุเป็นผลจริง ๆ มักจะเป็นพวกเกี่ยวกับพวกสภาพภูมิศาสตร์ ทำไมมันถึงเป็นอย่างนั้น เป็นอย่างนี้”

จากการที่ครอบครัวของนักเรียนชายผู้นี้ให้ความสนใจต่อพัฒนาการนิสัยรักการอ่าน ด้วยการเกื้อหนุนได้สอดคล้องกับคุณลักษณะรูปแบบการเรียนรู้หรือลักษณะนิสัยการเรียนรู้ของเขา คือสอดคล้องกับเป้าหมายและทิศทางของความอยากรู้อยากเห็น อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญของกระบวนการเรียนรู้ พฤติกรรมนิสัยรักการอ่านเมื่อได้รับการพัฒนาทลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต และเกิดการพัฒนาต่อเนื่องกลายเป็นพฤติกรรมความเป็นผู้ใฝ่รู้ บุคคลหากกลายเป็นผู้ใฝ่รู้แล้ว ย่อมชักนำให้เขาก้าวอย่างเข้าสู่โลกของนักวิชาการและกลายเป็นักเรียนเสาะแสวงหาองค์ความรู้ และสร้างสรรค์องค์ความรู้ได้ด้วยตนเองในที่สุด ดังที่นักเรียนชายผู้นี้พยายามแสวงหาความรู้เพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา เกินกว่าระดับชั้นเรียนที่กำลังเรียนอยู่ อันเกิดจาก คุณลักษณะของความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากเข้าใจเรื่องราว ที่เพาะสร้างเกิดขึ้นในตัวตนของเขาจนกลายเป็นผู้ใฝ่รู้ นั่นเอง

เป็นผู้วางทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์

บทบาทของครอบครัวในลักษณะเป็นผู้เกื้อหนุน โดยการเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุนอีกประการหนึ่ง คือ การส่งเสริมพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ รูปแบบที่พบคือ การให้ความสำคัญกับการส่งเสริมสนับสนุนการทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ โดยครอบครัวของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา

เหล่านี้ให้ความสนใจ และให้ความสำคัญกับการฝึกฝน กวดขันการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ ทั้งการ สอนเสริมโดยคุณพ่อคุณแม่ หรือสนับสนุนทั้งทางการเงินและให้ความช่วยเหลือให้เรียนพิเศษ การชี้แนะแนวทาง ในการคิดแก้ปัญหา แสวงหาแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ เพื่อฝึกฝนให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การคำนวณ การแก้ปัญหา กระบวนการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการพิสูจน์ข้อเท็จจริงด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้รูปแบบที่พบจากกรณีศึกษามี ดังนี้

คณิตศาสตร์...คือแนวคิดหนึ่งของวิถีชีวิต

การพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รูปแบบหนึ่งพบ คือ การฝึกปฏิบัติกระบวนการทาง คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องจนเกิดความรู้สึกคุ้นชินกับวิธีการคิด การแก้ปัญหาในรูปแบบของคณิตศาสตร์ เป็น กระบวนการสร้างความรู้สึกผูกพันต่อคณิตศาสตร์รูปแบบหนึ่ง ก่อให้เกิดการซึมซับรับเอาแนวคิดเชิง คณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต ดังกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” ที่ ยอมรับว่าประสบความสำเร็จทางคณิตศาสตร์เพราะเกิดจากความคุ้นชิน อันเนื่องจากในวัยเด็กคุณพ่อของ นักเรียนชายผู้นี้ใช้เกมพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมนันทนาการภายในครอบครัว โดยการ “ชวนสมาชิก ภายในครอบครัวเล่น หมากรอก หมากรุก และไพ่เป็นเกมเล่น ๆ ภายในครอบครัว” ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนอกจาก จะช่วยสร้างความบันเทิงแล้วยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดและฝึกสมาธิ อันเป็นทักษะพื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ นอกจากนี้คุณพ่อคุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้ยังสนับสนุนให้เขาได้ฝึกเล่นดินน้ำมัน เล่นตัวต่อเรโก้ และจิ๊กซอร์ตั้งแต่ช่วงวัยเยาว์ระดับชั้นอนุบาล กิจกรรมดังกล่าวนำไปสู่การเสริมสร้างจินตนาการและพัฒนาการ ด้านมิติสัมพันธ์อันเป็นหนึ่งในทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ให้ความเห็นต่อกิจกรรมการ เล่นทางคณิตศาสตร์ที่คุณพ่อคุณแม่ซื้อหามาให้เล่น ดังนี้ “เรโก้สนุกกว่า เพราะว่ามันเป็นภาพ 3 มิติ” กระบวนการ ส่งเสริมพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของเขาเริ่มเด่นชัดขึ้นเมื่อนักเรียนชายผู้นี้เริ่มเรียนอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยคุณพ่อของเขานำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์มาฝึกสอนให้เขาฝึกฝนทำเป็นพิเศษ เป็นการกระตุ้นเร้าให้เกิดความ สนใจต่อกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการฝึกปฏิบัติเป็นประจำตั้งแต่ เด็ก ดังที่นักเรียนชายผู้นี้เล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟังถึงวิถีชีวิตแห่งการเรียนรู้ในวัยเด็กที่เขาได้รับการฝึกปฏิบัติจาก คุณพ่อของเขา รวมทั้งวิธีการที่คุณพ่อของเขานำมาใช้ฝึกให้เขาเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในช่วงวัยเด็ก ดังนี้

“ถ้าเป็นตอนเด็กนี้จะเน้นคณิตศาสตร์ ก็คือจะพยายามหาหนังสือแบบฝึกหัดเกี่ยวกับวิชา คณิตศาสตร์...คือประมาณว่า... “สนใจ” คือฝึกคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ ตั้งแต่ ป.3 ไม่เชิงฝึกให้ แต่ว่าเราทำตามคำ แนะนำเขา (หมายถึงคุณพ่อของนักเรียนชายผู้นี้) ครับ หาหนังสือมาให้ครับ มาให้เราศึกษา อันไหนไม่เข้าใจก็ ถาม เริ่มทำแบบฝึกหัดจริงจังตอน ป.3 ก่อนหน้านั้นก็เล่นเหมือนเด็กธรรมดาทั่วไป”

สำหรับรูปแบบเทคนิควิธีการที่คุณพ่อของนักเรียนชายผู้นี้ให้เขาฝึกทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นการกระตุ้นให้ฝึกทำบ่อย ๆ จนเกิดความรู้สึกคุ้นชินกลายเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตประจำวัน ดังที่เขาได้เล่าถึง ความรู้สึกของเขาต่อการทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

“...ไม่เชิงว่าชอบเป็นพิเศษ แต่ก็ไม่ใช่เบื่อใจครับ...ก็คงชินละมังครับ ทำอยู่บ่อย ๆ...ตอนแรกคือ ถ้าไม่รู้ ก็ยาก แต่ถ้ารู้แล้วไม่ยาก...ผมว่าคลุกคลีอยู่กับมันมากกว่า”

คณิตศาสตร์...ท้าทายให้อายากพิสูจน์

กระบวนการสร้างความรู้สึกสนใจและเกิดความผูกพันต่อคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่พบจากกรณีศึกษา ก็คือ การส่งเสริมสนับสนุนพัฒนาการด้านการอ่านนำไปสู่การเกิดความรู้สึกอยากรู้ อยากพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเฉพาะของคณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งพบจากการศึกษาวิถีชีวิตของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านชานกรุงฯ” อันเกิดจากการที่คุณแม่ของเขาได้เลือกสรรคหนังสือที่มีคุณภาพสูงใช้เป็นสื่อกระตุ้นเร้าความสนใจให้เขาอยากอ่านหนังสือ ด้วยเกิดความบังคลาใจอยากรู้ อยากเข้าใจเรื่องราวที่พบเห็นจากหนังสือที่ใช้เป็นสื่อเร้า นั้น เป็นผลให้นักเรียนชายผู้นี้มีนิสัยรักการอ่าน และเกิดการปลูกฝังให้ชอบเรื่องลึกลับท้าทาย โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ด้านดาราศาสตร์ ประกอบกับได้รับการกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกอยากรู้ อยากเข้าใจเรื่องราว อยากแก้ปัญหาที่ยากและท้าทาย ด้วยการทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ การถูกบ่มเพาะสร้างลักษณะนิสัยรักความสำเร็จทางการเรียน อันเกิดจากการกระตุ้นเร้าจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้ชักนำให้นักเรียนผู้นี้เข้าสู่โลกของนักวิชาการ รักการเรียนรู้ และพยายามแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ความสนใจใคร่รู้ของนักเรียนผู้นี้ได้รับการพัฒนาอยู่ในระดับสูง เกิดความรู้สึกพิศพรพยายามมุ่งมั่นที่จะประสบผลสำเร็จ ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าถึงความรู้สึกต่อหนังสือเล่มแรกที่เขาขออนุญาตคุณแม่ซื้อ มา เมื่อครั้งยังเรียนอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องมาจากทราบว่ายาก อันเกิดจากการบอกเล่าของเพื่อน จึง “อยากได้อายากลอง” นำมาศึกษาด้วยตนเอง ประกอบกับการได้รับการเกื้อหนุน สนับสนุนจากครอบครัว โดยเฉพาะคุณพ่อของเขาที่คอยช่วยชี้แนะแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ ดังนี้

“ตอน ป. 4 ขอคุณแม่ซื้อหนังสือ ป.6 เป็นหนังสือเลขครบ คือเริ่มมีความสนใจ Math และรู้สึกทว่าทศนิยมเป็นเรื่องพิศดารดี ป.4 เราไม่ได้เรียนแก้สมการ...แต่อยากแก้สมการเป็น...ผมจำได้ว่าหนังสือที่ผมใช้ (ชื่อ) คือหนังสือของ...(ชื่อหนังสือ)...ตอนนั้นเห็นเขา...(รุ่นพี่ที่โรงเรียน)...บอกว่ายาก ผมไม่รู้ว่ายากแต่ผมก็ซื้อมาแล้ว...ก็ลองทำดู เราก็ทำไม่ออก (หมายถึงทำไม่ได้ - ผู้วิจัย) น้ำตาไหล น้ำตาร่วง ยิ่งเรื่องเรขาคณิตอย่างนี้ เราไม่เคยชินเลยกับการใช้วงเวียนมานั่งตัดจุดอะไรแบบนั้น แต่เราก็หัดเองจนเป็น คุณพ่อก็แนะนำเพราะคุณพ่อเป็นคนฉลาดมาก เรื่องเรขาคณิตนี้แกล้งแกล้ง แก้กี่มาสอน”

ผลของการได้รับการชี้แนะจากคุณพ่อของเขาทางด้านเรขาคณิต ทำให้นักเรียนชายผู้นี้ประสบความสำเร็จ คือสนองตอบต่ออุปนิสัยอยากรู้ อยากเข้าใจเรื่องราวและข้อเท็จจริง เกิดพัฒนาการความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่การเกิดลักษณะนิสัยชอบบทพิสูจน์ทางเรขาคณิต และสนใจการพิสูจน์ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ ดังที่เขาได้เล่าถึงความรู้สึกที่มีต่อการแสวงหาข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ของเขา ดังนี้

“วันหนึ่ง ๆ นั่งพิสูจน์แต่ทฤษฎีบท ขอบจริง ๆ ไม่รู้เป็นเพราะอะไร”

การเกื้อหนุน ในลักษณะของการเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุน โดยใช้หนังสือเป็นสื่อนำไปสู่ความสนใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายผู้นี้เพิ่มมากขึ้น เมื่อเขาได้รับการสนับสนุนด้านการเรียนรู้จากครอบครัวของเขา โดยการสนับสนุนให้เขาสนใจต่อภาษาอังกฤษ อันเนื่องมาจากคุณพ่อของเขาลงทุนซื้อแถบบันทึกภาพ (VDO) ภาษาอังกฤษ ซึ่งทั้งชุดจะประกอบด้วย แถบบันทึกภาพและหนังสือเป็นคู่มือประกอบการเรียนเพื่อทำความเข้าใจด้วยตนเอง พร้อม ๆ กับการได้รับคำชี้แนะ แนะนำจากคุณพ่อของเขา ด้วยการแสดงให้เห็นว่า “ภาษาอังกฤษเป็นเครื่องมือสำคัญ” ต่อการเรียนรู้ ในลักษณะของการสื่อความและใช้ในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม ดังที่นักเรียนผู้นี้ได้เล่าถึงความรู้สึกและการรับรู้ให้ความหมายต่อตนเอง ต่อการกระทำของคุณพ่อของ

เขาในการผลักดันให้เขาสนใจเรียนภาษาอังกฤษ อันเนื่องมาจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย ด้วยตำราเรียนในระดับนี้จะมีจำนวนหนึ่งที่เป็นตำราภาษาอังกฤษ และมีความจำเป็นต่อการใช้ในคันคว้าแสวงหาความรู้เพิ่มเติม ดังนี้

“ตอนนั้น คุณพ่อซื้อมา...คุณพ่อก็บอกว่า สัญญาว่าจะต้องเรียน เพราะเทพ...แพงมาก ตอนนั้นก็เอามาเรียนเอง...คุณพ่อคือลงทุนสุดยอด แต่ลงทุนตรงนั้นผมว่าคุ้มนะ...ตอนนั้น...ผมอยู่ ป.4 ป.5 คุณพ่อซื้อแค่ชุดเดียวจะครบ คือทั้งหมดมี 4 ชุด ซื้อชุดเดียว แล้วพอผมเริ่มเรียนดี และแก่ เห็นประสิทธิผลชัดเจนเลยที่เราสนใจ ...แถมตอนนี้ไม่เสียค่ายังค์ (สตางค์หมายถึงเงิน) แล้ว ซื้ออีก 3 ชุดที่เหลือเลย ตอนนั้นผม เริ่มขึ้น ม.1 พอขึ้น ม. 1 ปู่ผมก็อ่าน “Text” (textbooks ตำราเรียนที่เป็นต้นฉบับเดิมเขียนด้วยภาษาอังกฤษ) เลย คุณพ่อเล่าให้ผมฟังว่า ตอนที่...ขึ้น ไปอยู่มหาวิทยาลัย (เรียนในระดับมหาวิทยาลัย) เราจะไม่มีหนังสือไทย (หนังสือต้นฉบับที่เป็นตำราเรียนภาษาไทย) อ่านนะ นี่คือการประสพการณ์คุณพ่อ และคนที่อ่าน “Text” ไม่เป็นส่วนใหญ่มักจะเรียนไม่ดี (หมายถึงความสามารถทางการเรียนไม่กว้างไกล - ผู้วิจัย) ก็ฟังแต่ lecture (คำบรรยายของอาจารย์ผู้สอน) อย่างเดียว”

ผลจากการกระตุ้นเร้าของคุณพ่อทำให้เขาเกิดความรู้สึกอยากเรียนภาษาอังกฤษ ด้วยรับรู้ภาษาภาษาอังกฤษเป็นเครื่องมือสำคัญในการใช้แสวงหาความรู้ และนำไปสู่ความสนใจอ่านตำราคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษ (Textbooks) ในเวลาต่อมา ดังที่นักเรียนผู้นี้ให้ความหมายต่อตนเอง อันเกิดจากการรับรู้ต่อการกระทำและความคาดหวังของคุณพ่อของเขา คือ การตระหนักรู้ต่อหน้าที่ของนักเรียนซึ่งจะต้องขวนขวายแสวงหาความรู้เพิ่มเติม ดังนี้

“รู้สึกว่ามันก็จริง ถ้าอีกหน่อยเรา (หมายถึงเข้าเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัย - ผู้วิจัย) แล้วเราไปแค่นั่งจด Lecture เறอ แค่นี้หน้าที่นักเรียน เறอ ผมไม่รู้สักอย่างนั้น หน้าที่ของนักเรียนที่สมบูรณ์คือต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม แล้วตำรา หนังสือที่นั่นเป็นภาษาอังกฤษเยอะนะครับ (คุณพ่อของนักเรียนชายผู้นี้เคยพาเขาไปที่หอสมุดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ผมก็มีความรู้สึกที่ว่า อ้อ...มันสำคัญนะ”

ดังนั้นเมื่อคุณพ่อของเขาพาเขาไปเดินเลือกซื้อหนังสือมือสองที่ตลาดนัดสวนจตุจักร เขาได้ตัดสินใจเลือกซื้อหนังสือตำราทางคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษ (Textbook) เล่มแรกเป็นของตนเอง ซึ่งเขาได้เล่าถึงความพอใจของเขาต่อหนังสือเล่มดังกล่าว และความรู้สึกของเขาต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

“...หนังสือ Text มันคืออย่างหนึ่งคือคือคุณคน ไม่ใช่แค่นำอ่าน ผมชอบ Math อยู่แล้ว มันเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กระดาษสี่เหลี่ยมมัน) ทั้งเล่ม ก็ทำให้เราสนใจว่ามันเป็นยังไงรวมทั้งความชอบของเรา แล้วเราก็ขอ (คุณพ่อ) ซื้อเล่มหนึ่งก็ 500 กว่าบาท (เป็นหนังสือมือสอง)...เหมือนไม่ได้อ่านเลยมันจะขาวสะอาดมากเลย (ลักษณะภายในที่พบในขณะที่ซื้อ) แล้วผมก็มาอ่าน คุณพ่อก็เห็นความตั้งใจ เพราะผมเอาไฮไลท์ (ปากกาไฮไลท์) มาขีดเวลาผมอ่าน ก็นี่แสดงว่าเริ่มเป็น แล้วก็เริ่มรู้ว่านักคณิตศาสตร์เขียนทฤษฎีบทเขียนยังไง ตอนนั้น (ขณะนั้นนักเรียนผู้นี้กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) ผมก็เริ่มอ่านเนื้อหา ม.ปลายแล้ว เริ่มอ่าน Set เริ่มอ่าน Calculus (บทเรียนหนึ่งทางคณิตศาสตร์”

ผลจากการศึกษาวิเคราะห์วิถีชีวิตทางการเรียนของนักเรียนชายคนดังกล่าว ทำให้พบว่า นักเรียนผู้นี้ได้รับการกระตุ้นให้เกิดลักษณะนิสัยอยากรู้ อยากเข้าใจเรื่องราวข้อเท็จจริง พร้อม ๆ กับได้รับการกระตุ้นให้เกิดความพยายามที่จะประสบผลสำเร็จ อันเป็นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่อยู่ในระดับสูง ทำให้นักเรียนผู้นี้เกิดความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากและซับซ้อน อันเกิดจากคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเฉพาะตัวของคณิตศาสตร์ที่ยากต่อการใช้กระบวนการคิดที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และท้าทายต่อการพิสูจน์ข้อเท็จจริง

คณิตศาสตร์...คือการพิสูจน์ข้อเท็จจริง

ทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ อีกประการหนึ่งคือการพัฒนาแนวคิดในการพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้รูปแบบของสัมพันธภาพที่นำไปสู่ความสำเร็จของครอบครัวในรูปการเกื้อหนุน โดยการเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุน เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่พบจากกรณีศึกษา คือ “การเคี้ยวเข็ญ” ดังเช่นกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่ที่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” ซึ่งในวัยเด็กเขายอมรับว่า “เป็นเด็กเหลวไหลมาก (หมายถึงไม่ตั้งใจเรียน - ผู้วิจัย) เกลียควิชาเลข เป็นชีวิตจิตใจ (หมายถึงไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์)” แต่จากการที่คุณแม่ของเขาเลิกทำธุรกิจส่วนตัวหันกลับมาทำหน้าที่แม่บ้านเข้ามาดูแลจัดการเอาใจใส่เรื่องการเรียนของลูก ๆ โดยทำหน้าที่สอนเสริมด้วยตนเอง และบางครั้งต้องใช้วิธีบังคับเคี้ยวเข็ญให้เรียน ดังที่นักเรียนผู้นี้ได้เล่าถึงการรับรู้ของเขาที่มีต่อการกระทำของคุณแม่ของเขา ที่พยายามบังคับให้เขาตั้งใจเรียนหนังสือ ซึ่งเขายอมรับว่าในช่วงแรก ๆ นั้นรู้สึกไม่ชอบ ดังนี้

“ตอนที่... แม่เข้ามาดูแลก็คือมาบังคับเรียน เพราะเขาเห็นว่าอย่างนี้อาคตทำอะไรจะไม่รุ่ง (หมายถึงไม่ประสบความสำเร็จทางการเรียน - ผู้วิจัย) ก็เลยเข้ามาสอน ตอนแรกก็รู้สึกรำคาญ ๆ ก็ไม่เห็นสนุกเลย”

การที่นักเรียนชายผู้นี้ต้องถูกคุณแม่ของเขาบังคับให้เรียนเสริม โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเขามีผลการเรียนที่ไม่ดี เนื่องจากเขาไม่ตั้งใจเรียน อันเป็นผลมาจากการที่เขาไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ และผลจากการที่คุณแม่ของเขาได้ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์มากเป็นพิเศษ โดยที่บางครั้งก็ต้องใช้มาตรการ “เคี้ยวเข็ญ บังคับให้ตั้งใจเรียน” ซึ่งในที่สุดวิธีการที่คุณแม่ของเขานำมาใช้ก็ประสบกับผลสำเร็จ เมื่อพบว่านักเรียนชายผู้นี้เริ่มให้ความสนใจกับการเรียน โดยเฉพาะกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเขาบอกความรู้สึกว่า คณิตศาสตร์มีประเด็นหลายอย่างน่าสนใจ ดังนี้

“ก็บังคับครับ ตอนแรก ๆ ก็คือไม่ชอบ แม่บังคับ อะไร (เน้นเสียง) คณิตศาสตร์ก็รู้ๆว่าไม่ชอบ ยังมาบังคับ แต่เรียน ไปเรียนมามันก็ดี พอเรียน ไปเรียนมาก็พบว่าคณิตศาสตร์มันก็มีแปลก ๆ เยอะ (หมายถึงมีเรื่องราวที่น่ารู้ น่าสนใจมากมาย - ผู้วิจัย) คือจากเกลียดกลายเป็นชอบเลย”

ผลจากการศึกษาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่กระตุ้นทำให้นักเรียนชายผู้นี้สนใจคณิตศาสตร์ เมื่อได้วิเคราะห์รูปแบบที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้ “เคี้ยวเข็ญ” นอกจากใช้วิธีการบังคับให้เรียนแล้ว จากการศึกษาวิเคราะห์จากวิถีชีวิตการเรียนพบว่า คุณแม่ของเขาใช้เทคนิควิธีสอน โดยการกระตุ้นเร้าความสนใจ อยากเรียนรู้ ได้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ (Style learning) ของเขา คือ สนองตอบต่อลักษณะนิสัย “ความอยากรู้อยากเห็น และอยากรู้อยากเข้าใจข้อเท็จจริง” ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าถึงความรู้สึกจากการรับรู้วิธีการของคุณแม่ที่นำมาใช้เคี้ยวเข็ญให้เขาเรียนคณิตศาสตร์นั้น เพราะนอกจากจะใช้วิธีการบังคับแล้วยังสรรคหาแบบฝึกที่น่าสนใจมาให้เขาได้ฝึกปฏิบัติ ดังนี้

“แม่...ก็บังคับเรียน ถ้าไม่เรียนดี (ใช้วิธีการลงโทษ) ก็ตอนนั้นแม่...ก็ดูด้วย แต่ก็คินะดู (เข้มงวด) ไม่งั้นผมคงไม่อยู่ (หมายถึงไม่หันกลับมาตั้งใจเรียน - ผู้วิจัย) ไม่สามารถเป็นเด็กโอ (หมายถึงได้เป็นผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระดับนานาชาติ) ได้ ก็คงเป็นเด็กเหลวไหลตามเดิม ก็บังคับเรียน บางทีก็หาหนังสือมาให้ทำ (หมายถึงแบบฝึกทางคณิตศาสตร์ - ผู้วิจัย)”

นอกจากการเคี้ยวเข็ญบังคับที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้นำมาใช้ในเทคนิควิธีสอนแล้ว คุณแม่ของเขายังใช้กระบวนการสร้างความเข้าใจในคณิตศาสตร์ด้วยการอธิบายพิสูจน์ข้อเท็จจริงถึงความเป็นมาในแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับแสวงหาแบบฝึกและหนังสืออ่านเสริมความเข้าใจทาง

คณิตศาสตร์มาใช้ประกอบการอธิบายและการฝึกฝนทักษะในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหา ความรู้สึกของเขาที่มีต่อวิธีการสอนของคุณแม่ของเขาได้เปลี่ยนไป เนื่องจากเขาเริ่มพบว่า ด้วยเทคนิควิธีการสอนที่คุณแม่ของเขานำมาใช้มันได้สนองตอบต่อลักษณะนิสัยความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากเข้าใจข้อเท็จจริงของเขา ดังที่เขาได้เล่าแสดงถึงการรับรู้ของเขาต่อเทคนิคการกระทำของคุณแม่ของเขา ดังนี้

“ก็ขอครับ คุณแม่...มันจะมีอะไร...คือในห้องเรียนอาจารย์มักจะไม่พูดถึง (หมายถึงหลักในการอธิบายทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ทำให้เกิดการยอมรับต่อองค์ความรู้นั้น เพราะเกิดการยอมรับต่อความเป็นเหตุเป็นผล - ผู้วิจัย) ...ก็ชอบเอาโจทย์ที่แม่เขาเอามาให้ บางทีก็เป็นโจทย์ที่น่าสนุกกว่าโจทย์ในห้องเรียนก็มี บางทีก็น่าทำ บางทีก็เป็นปัญหาที่ อย่างเราคิด...ครับ ตอนประถม...มันก็ไม่ค่อยมีพิสูจน์กันเท่าไร บางทีก็เอาเป็นว่าเชื่อ ไปก่อนว่ามมมันเท่ากัน อย่างเช่นมุมที่อยู่บนเส้นรอบวงเดียวกัน ให้ยอมรับว่ามันเท่ากัน แม่ก็จะมาอธิบายว่าทำไมมันเท่ากันอย่างนี้ ก็เลยเริ่มชอบว่า เออ...คณิตศาสตร์ก็สวยดีเหมือนกันนะ มีความงาม (หมายถึงสร้างความเข้าใจได้กระจ่างแจ่มแจ้ง - ผู้วิจัย) ...ประมามีพวกเราคณิต แต่ว่าไม่ถึงขนาดที่แบบเป็นการพิสูจน์ ตอนนั้นผมก็ไม่รู้จักว่าพิสูจน์เป็นอย่างไรหรอก แต่ผมจะชอบถามว่า เอ!...แล้วทำไมมันถึงเท่ากันละ ผมก็จะชอบถาม แม่ก็จะคอยอธิบาย (หมายถึงการอธิบายแบบต่อยอดคือสร้างความเข้าใจด้วยแนวคิดที่สูงกว่าองค์ความรู้ที่เป็นขอบเขตของระดับชั้นเรียนที่ใช้สอน - ผู้วิจัย)”

การที่คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้ใช้เทคนิคการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะของการพิสูจน์แนวคิดทฤษฎีมาเป็นเทคนิควิธีการสอนเพื่อทำความเข้าใจในบทเรียน ได้มีส่วนช่วยกระตุ้นเร้าต่อคุณลักษณะ “ความอยากรู้” ของเขา และนำไปสู่พฤติกรรมของผู้ใฝ่รู้ และพัฒนากลายเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ในเวลาต่อมา ทำให้นักเรียนชายผู้นี้เกิดการพัฒนากุณลักษณะของนักวิชาการกลายเป็นนักเรียนเรียนคิมิความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จากความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ที่เขาได้รับ ได้ก่อให้เกิดการกระตุ้นจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อันเป็นผลมาจากความอยากรู้อยากเห็น และอยากรู้อยากเข้าใจข้อเท็จจริง ก่อเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ อันเป็นคุณลักษณะของผู้ใฝ่รู้ และนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะของความมุ่งมั่นที่จะขวนขวายแสวงหาองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการขยายขอบเขตขององค์ความรู้ให้กว้างไกลออกไปเกินกว่าระดับชั้นที่เรียนอยู่ ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าถึง แรงกระตุ้นอันเกิดจากความสงสัยใคร่รู้ และความพยายามสนองตอบต่อความอยากรู้อยากเข้าใจข้อเท็จจริงของตนเอง ทำให้เขาพยายามศึกษาค้นคว้าแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง อันนำไปสู่การพัฒนาตนเพื่อสนองตอบต่อความใฝ่รู้ของตน ดังนี้

“พ่อกำลังเขา (คุณแม่ของนักเรียนชายผู้นี้) จะพยายามอธิบาย ถ้าเขาตอบไม่ได้ บางทีเขาก็จะหาหนังสือมาอธิบายให้ แต่ส่วนใหญ่ที่ผมถาม เขามักจะตอบได้ ก็มีเรื่องหนึ่งที่รู้สึกเขาตอบไม่ได้ เป็นหลักง่าย ๆ ของตอนประถม คือผลคูณของ หรม. กับ ครน. มีค่าเท่ากับจำนวนสองจำนวนคูณกัน (เกี่ยวกับการพิสูจน์ข้อเท็จจริงระหว่างผลคูณของ หรม. กับ ครน. - ผู้วิจัย) ...คือทฤษฎีพิสูจน์จริง ๆ นะยาก ไม่ง่ายเลย ...ตอนนั้นก็คือ ก็สงสัยเอ...แล้วมันเท่ากัน ได้ยังไงครับ ก็ถามแม่ คุณแม่ก็บอกมีครูสอนมาตั้งแต่เด็ก แต่เขาก็หาหนังสือมาให้ (หมายถึงหาหนังสือมาให้ค้นคว้าศึกษาด้วยตนเองเพื่อแสวงหาคำอธิบาย - ผู้วิจัย) แต่...หนังสือก็อธิบายไม่ดีพอ ก็มาเจอในหนังสือทฤษฎีจำนวนที่ซื้อ (เจอตอนอายุเท่าไรครับ - ผู้วิจัย) สงสัย (เกิดความสงสัย) ตอนสักประมาณ ป. 5 แต่กว่าจะเจอ (ค้นพบคำอธิบาย) ก็สักประมาณ ม. 3 ...แต่ความจริงข้อสงสัยนี้สำคัญมากนะครับ เพราะว่าไม่จันผมคงไม่มาสนใจคณิตศาสตร์มากเท่านี้ เป็นเพราะ...สูตรนี้แท้ ๆ ที่ทำให้ผมเกิดความสงสัยว่าทำไม (เน้นเสียง) ก็

พยายามหาหนังสือชั้นสูงมาอธิบายว่าทำไม ในที่สุดก็เลิกกลายเป็นว่า ค้นคว้าหนังสือสูง ๆ มาเอง หามาอ่าน” (หมายถึงความสงสัยใคร่รู้ได้กระตุ้นเราให้เกิดการแสวงหาคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยด้วยตนเอง - ผู้วิจัย)

1.1.2 ช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการคิด “สร้างความเป็นตัวตนของตนเอง”

รูปแบบความสัมพันธ์ของครอบครัว ในการช่วยเหลือนำชี้แนะแนวทางในการคิด เพื่อสร้างความเป็นตัวตนของตนเอง คือการช่วยชี้แนะแนวทางในการคิดวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการคิดตัดสินใจด้วยตนเอง และการเปิดโอกาสและให้อิสระทางความคิดบนหลักการแห่งความรับผิดชอบต่อตนเอง อันเป็นขั้นตอนของพัฒนาการ “การสร้างสรรคความเป็นตัวตนของตนเอง” ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล อันเป็นผลจากการตีความ ให้ความหมายต่อการรับรู้ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา กล่าวคือ จากผลการศึกษาลักษณะครอบครัวของนักเรียน เป็นครอบครัวที่มีความใกล้ชิดสนิทสนมกันระหว่างพ่อ แม่ ลูก มีการสร้างสรรค์บรรยากาศของการอยู่ร่วมกันด้วยความอบอุ่น มีโอกาสพูดคุยกันได้ทุกเรื่อง มีความเป็นกันเอง และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการสอนแนะนำให้รู้จักใช้ข้อมูลประกอบการคิด และแลกเปลี่ยนมุมมองระหว่างกัน ใช้การพูดคุยเชิงวิเคราะห์ โดยยกเหตุผลประกอบกับข้อมูล การให้ข้อมูล การวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจักษ์ผลดี ผลเสียจากข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการคิดตัดสินใจบนพื้นฐานแห่งความรับผิดชอบต่อตนเอง อันเป็นการช่วยกระตุ้นสนับสนุนกระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นการสร้างสรรค์สร้างความเป็นตัวตนของตนเอง ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้

ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล...ช่วยในการคิดตัดสินใจ

บทบาทหน้าที่ของครอบครัวในการเกื้อหนุน เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะของความเป็นตัวตนของตนเอง ที่พบจากผลการวิเคราะห์คำสัมภาษณ์จากกรณีศึกษา คือ การที่คุณแม่แม่ของนักเรียนสร้างสรรค์บรรยากาศของการอยู่ร่วมกันด้วยความอบอุ่น ใช้การพูดคุยในลักษณะของการสร้างสรรค์ความคิด ดังเช่นกรณีของ “นักเรียนชายคนหนึ่งที่อยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ ครอบครัวของนักเรียนผู้นี้มีสัมพันธภาพต่อกันด้วยความอบอุ่น คุณพ่อคุณแม่มีความใกล้ชิดสนิทสนมกับลูก โดยเฉพาะนักเรียนผู้นี้จะสนิทสนมกับคุณแม่มากเป็นพิเศษ อันเนื่องมาจากลักษณะของการพูดคุยของคุณพ่อของเขาที่ชอบคุยเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิชาการ ดังที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟังว่า “คุณแม่ชอบพูดวิชาการ” ซึ่งตัวเขาเองก็ยอมรับว่าชอบสนทนากับคุณแม่ “คุยกับคุณแม่บ่อยกว่า” เมื่อวิเคราะห์สาเหตุที่เขาชอบคุยกับคุณแม่จะพบว่า เป็นเพราะ เขาเป็นเด็กที่ชอบการเรียนรู้ “คือที่สนิทเพราะว่าความเป็นนักเรียนครับ คุณพ่อค่อนข้างให้ความสนใจกับการเรียนครับ”

ดังนั้นการที่คุณพ่อของเขาชอบคุยทางวิชาการจึงสอดคล้องกับคุณลักษณะของนักเรียนผู้นี้ ผลจากความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับคุณแม่ของนักเรียนผู้นี้ ทำให้เขาหมกขอรับฟังความคิดเห็นจากคุณแม่ของเขาเสมอ ๆ รวมทั้งขอคำแนะนำ ชี้แนะในการคิดตัดสินใจบางประการ ดังที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“บางครั้งต้องการตัดสินใจบางอย่าง จะขอความคิดเห็น ก็จะขอคำแนะนำครับ (หมายถึงขอคำแนะนำจากคุณแม่ของเขา - ผู้วิจัย)”

ซึ่งในการให้คำแนะนำชี้แนะของคุณพ่อของเขานั้น จะใช้เทคนิคการให้คำแนะนำด้วยการแสดง การวิเคราะห์ข้อมูล ในลักษณะการวิเคราะห์ผลดีผลเสีย โดยมีข้อมูลประกอบการคิดตัดสินใจด้วยตนเอง ดังที่เขาให้ผู้สัมภาษณ์ ดังนี้

“ก็...เหมือนกับจะวิเคราะห์ผลดีผลเสียต่าง ๆ ให้ฟังแล้วให้เราตัดสินใจ บางครั้งเขาก็จะหาข้อมูลให้เราตัดสินใจ (หมายถึงหาข้อมูลให้พิจารณาประกอบการตัดสินใจด้วยตนเอง - ผู้วิจัย)”

อีกกรณีหนึ่งที่แสดงถึงลักษณะของการอบรมเลี้ยงดูของครอบครัวที่ทำให้ความเป็นตัวคนแห่งตนเองด้วยการให้คำแนะนำ ซึ่งแนะนำให้รู้จักคิดวิเคราะห์ข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้วยตนเอง คือ กรณีของ“นักเรียนหญิงผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านกลางกรุงเทพฯ” นักเรียนหญิงผู้นี้ต้องแยกจากครอบครัวด้วยเหตุผลทางการศึกษา เนื่องจากคุณพ่อต้องไปรับราชการเป็น...(ตำแหน่งทางราชการประจำอำเภอ) เธอต้องจากคุณพ่อคุณแม่ตั้งแต่เด็ก ๆ เพื่อไปอยู่กับญาติที่กรุงเทพฯ เพื่อเรียนหนังสือ ทำให้เธอเป็นคนเข้มแข็ง รู้จักดูแลตนเอง แต่ลักษณะของสัมพันธภาพภายในครอบครัวยังคงความอบอุ่นเป็นกันเอง เธอมักใกล้ชิดสนิทสนมกับคุณพ่อในลักษณะของการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน และคุณพ่อของเธอมักช่วยเหลือในการแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ มาให้เธอพิจารณาตัดสินใจด้วยตนเอง และบางครั้งคุณพ่อของเธอก็ช่วยในการ “วิเคราะห์ผลดี ผลเสีย” พร้อม ๆ กับการกระตุ้นให้กำลังใจ ให้เธอรู้จักคิดพิจารณาตัดสินใจด้วยตนเอง ดังที่เธอเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“คุยกับคุณพ่อก็จะเน้นการเรียนควรจะเรียนอย่างนั้น เรียนอย่างนี้ อันนั้นดี อันนี้ดี ลองดู..อันนี้มันจะไรอย่างนี้ ...คุณพ่อจะเป็นคนดูแล เรื่องการเรียน สอบที่นั่น ที่นี้ ก็จะจัดการให้ เตรียมเอกสารเตรียมอะไรให้ทุกอย่าง (หมายถึงจัดเตรียมเอกสารที่เป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการสมัคร - ผู้วิจัย) ที่มาที่...(ชื่อโรงเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในปัจจุบัน) ก็ต้องคอยดูแลตนเอง (หมายถึงให้รับผิดชอบตัวเอง) คอยดูแลเวลาสอบก็คอยให้กำลังใจ ถ้าไม่ได้ก็ไม่ต้องเครียด”

ในการวางแผนการดำเนินชีวิตนั้นพบว่าคุณพ่อของเธอมีการจัดหาข้อมูลเพื่อให้เธอได้ใช้ประกอบการตัดสินใจตั้งแต่เริ่มเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแล้ว เป็นการเตรียมวางแผนการเรียนในแต่ละวิชาไว้ตั้งแต่แรก ในลักษณะของการเตรียมตัวเข้าสู่อาชีพและหรือวิชาชีพ ซึ่งเมื่อถูกถามว่าทั้งหมดนี้คุณพ่อเป็นคนชี้ขาดให้หรือเปล่า นักเรียนหญิงผู้นี้แสดงการรับรู้ต่อการกระทำของคุณพ่อ ดังนี้

“คุณพ่อจะคอยดูแลตั้งแต่ ม.ต้นแล้วค่ะ คุณพ่อจะดูแลตั้งแต่เอน (สอบเอนทรานซ์) คณะอะไร คณะไหนเท่าไรเรียนวิชาอะไรบ้าง (หมายถึงใช้ฐานคะแนนผลการสอบเอนทรานซ์ของปีที่ผ่านมาเป็นตัวบ่งชี้ในการตัดสินใจเลือกคณะวิชาที่จะเรียน รวมทั้งการให้ข้อมูลรายวิชาพื้นฐานที่จำเป็นต้องเรียนเพื่อเข้าสู่คณะวิชานั้นนั้น - ผู้วิจัย) คุณพ่อจะเป็นคนหาข้อมูลให้หมดเลย อย่างตอนนี้หนูจะเรียนวิศวะ (หมายถึงคิดจะเรียนต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ - ผู้วิจัย) คุณพ่อก็จะหาข้อมูลให้ว่า วิศวะนี้ต้องทำอะไรบ้าง เรียนอะไร (หมายความว่าจะต้องมีพื้นฐานความรู้ในรายวิชาใดบ้างจึงจะเข้าเรียนต่อทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ และอาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์ต้องทำอะไร และมีสาขาย่อยใดบ้าง - ผู้วิจัย) ถ้าหนูอยากเรียนอะไร สนใจอะไร ก็จะมาให้เป็นเอกสาร (หมายถึงคุณพ่อของเธอจะเป็นผู้ช่วยเหลือจัดหาเอกสารที่เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการทราบ - ผู้วิจัย)”

จากสัมพันธภาพของครอบครัวในการเกื้อหนุนให้ลูกรู้จักคิด และตัดสินใจด้วยตนเองด้วยการแสวงหาข้อมูลช่วยในการพิจารณา และรู้จักคิดวิเคราะห์ผลดีผลเสีย เป็นพื้นฐานของพัฒนาการในการคิดเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างความเป็นตัวคนแห่งตนเอง

ให้อิสระทางความคิด...บนพื้นฐานความรับผิดชอบต่อตนเอง

การให้อิสระทางความคิดต่อนักเรียน เป็นรูปแบบหนึ่งของการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์ความเป็นตัวคนแห่งตนเอง ซึ่งได้จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลคำสัมภาษณ์ โดยลักษณะของการเปิดโอกาสให้อิสระ

ทางความคิดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรับผิดชอบต่อตนเอง ดังกรณีที่ได้จากการศึกษาวิถีชีวิตของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” ครอบครัวของนักเรียนผู้นี้มีความใกล้ชิดสนิทสนมต่อกันสูง คุณพ่อคุณแม่มีความเป็นกันเองกับลูก และมักมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นอกจากการพูดคุยอย่างเป็นทางการของคุณพ่อคุณแม่แล้ว ยังมีการแสดงข้อมูลบนพื้นฐานของความเป็นจริงเพื่อให้นักเรียนคิดพิจารณาด้วยตัวเอง ในลักษณะของการให้อิสระทางความคิด ช่วยให้ผู้ที่มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง ดังเช่นเหตุการณ์ที่คุณพ่อคุณแม่ของเขาต้องการให้เขาสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนมีชื่อแห่งหนึ่งย่านใจกลางของกรุงเทพฯ ตามคำบอกเล่าของเขาที่ให้สัมภาษณ์ต่อผู้สัมภาษณ์ ดังนี้

“คือคุณพ่ออยากให้เรา คุณแม่ก็อยากให้เรา...เขาบอกเป็นโรงเรียนที่มีชื่อเสียง แล้วเขาก็บอกเห็นตัวอย่างหลายคน ลูกเพื่อน ๆ เขา ...ก็ไปเรียน แล้ว...คนที่อยู่ที่นั่นมีแต่เด็กเก่ง ๆ อยู่เยอะ สอบเข้ามหาวิทยาลัยดี ๆ ได้เยอะ...เลยอยากให้เรา”

ผลจากการใช้วิธีการพูดคุยใจ รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลดังกล่าว ได้ช่วยสร้างสรรค์จินตนาการถึงความสำเร็จในชีวิตด้วยการศึกษา สร้างความทะเยอทะยาน อันเกิดจากการที่เขารับรู้และให้ความหมายต่อตนเอง และนำไปสู่ความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จนั้น โดยเขาพยายามสอบเข้าเรียนต่อและประสบผลสำเร็จดังที่ปรารถนา ด้วยคะแนนสอบเข้าอยู่ในอันดับสูง แต่ผลของการกระทำ อันเกิดจากการตัดสินใจนั้น นักเรียนคนดังกล่าวต้องรับผิดชอบด้วยตนเอง ดังคำตอบที่เกิดจากการถูกผู้สัมภาษณ์ถามถึงความรู้สึกที่มีต่อ โรงเรียนที่คุณพ่อคุณแม่ของเขาให้มาสอบเข้าเรียนต่อแห่งนี้ ดังนี้ “ก็คิดครับ (หมายถึงโรงเรียนที่มีแต่เด็กเก่ง - ผู้วิจัย) แต่ไม่ถึงกับคิดในลักษณะแบบกลัวอะไร...ครับ” ซึ่งเมื่อเขาสอบคัดเลือกเข้าเรียนได้ด้วยการเตรียมตัวสอบด้วยตนเอง เขาพบว่าบรรยากาศของการเรียนที่โรงเรียนแห่งใหม่นี้ เต็มไปด้วย “การแข่งขันสูง”

1.2 ครอบครัวเป็นผู้สร้างสรรค์พัฒนาการของลูก

การสร้างสรรค์พัฒนาการของลูกเป็นลักษณะที่พบจากทุกครอบครัวที่เป็นกรณีศึกษา โดยครอบครัวเหล่านี้จะให้ความสนใจต่อการสร้างสรรค์พัฒนาการของลูกสูงทั้งพัฒนาการทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา แต่จากเป้าหมายของการศึกษาเพื่อตอบปัญหาวิจัย ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ดังนั้นเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายของการตอบปัญหาวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจต่อประเด็นคำถามที่นำไปสู่ผลการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับ การก่อเกิดพัฒนาการที่เกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ารูปแบบลักษณะของครอบครัวของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เป็นครอบครัวที่สร้างสรรค์บรรยากาศที่ดีขึ้นภายในครอบครัวเป็นการเปิดทางสร้างโอกาสให้ลูกพัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพแห่งตนเอง คือการที่คุณพ่อคุณแม่ของนักเรียนเหล่านี้ไม่ทำตัวให้เป็นอุปสรรค สกิดกันขัดขวางกระบวนการพัฒนาตนของลูก แต่จะพยายามแสวงหาแนวทางในการเสริมสร้างกระบวนการพัฒนาตนให้กับลูก นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาทุกคนจะได้รับโอกาสจากครอบครัว เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาตนตามที่ต้องการ และนำไปสู่พฤติกรรมความเป็นนักฟิสิกส์ ทั้งนี้บรรยากาศที่นักเรียนได้รับจากครอบครัว คือ

ให้ความรู้สึกอบอุ่นมั่นคง...สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง

ความรู้สึกอบอุ่นมั่นคงเป็นภาวะที่นักเรียนเติบโตขึ้นมาจากครอบครัวที่ให้ความรัก ห่วงใยใกล้ชิด ให้ความเข้าอกเข้าใจ มีการพูดคุยสนทนาสนมเป็นกันเอง บรรยากาศของการอยู่ร่วมกันภายในครอบครัวเต็มไปด้วยความรักความอบอุ่น ดำรงชีวิตอยู่ด้วยกันด้วยความรักความห่วงใย ขอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน พ่อ แม่ ไม่ยึดตนเองเป็นใหญ่ ให้อิสระทางความคิด ให้สมาชิกของครอบครัวได้เป็นตัวของตัวเองภายใต้ความรู้สึกของความเป็นเหตุเป็นผล ดังเช่นความรู้สึกของนักเรียนผู้หนึ่งที่มีต่อครอบครัว “ปกติครอบครัวก็ค่อนข้างสนิทกัน” การรับรู้ของนักเรียนเหล่านี้ที่มีต่อคุณพ่อคุณแม่คือ ความรู้สึกใกล้ชิดสนิทสนม ไร้วางใจ เมื่อมีปัญหาคับข้องใจก็กล้าที่จะบอกเล่า หรือขอคำแนะนำปรึกษา ภาวะครอบครัวที่เต็มไปด้วยความรู้สึกอบอุ่นย่อมทำให้นักเรียนมีความมั่นคงทางอารมณ์ ก่อเกิดความรู้สึกเชื่อมั่นต่อตนเอง ไม่รู้สึกหว่านเหว่แคว้งคว้าง ดังคำบอกเล่าของนักเรียนผู้หนึ่งที่เล่าถึงความรู้สึกที่มีต่อการขอคำปรึกษาจากคุณพ่อคุณแม่ ซึ่งสะท้อนถึงต้องการความช่วยเหลือจากคุณพ่อคุณแม่ ดังนี้

“คุณพ่อคุณแม่ปรึกษาได้...เรื่องทั่วไปในชีวิตประจำวันจะคุยกับคุณแม่ แต่ถ้าเป็นเรื่องเกี่ยวกับวิชาการหน่อยจะไปปรึกษาคุณพ่อ”

จากคำบอกเล่าถึงความรู้สึกที่สะท้อนความต้องการคำแนะนำปรึกษาจากคุณพ่อคุณแม่ จะพบว่าการขอคำแนะนำปรึกษาที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือจากคุณพ่อก่อนนั้นจะมีทุกเรื่อง รวมทั้งเรื่องการเรียนรู้ ดังนั้นการเปิดโอกาสให้ลูกได้ใกล้ชิดเพื่อกล้าขอคำแนะนำช่วยเหลือเป็นเรื่องสำคัญที่นำไปสู่การสร้างสรรค์ความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งนักเรียนที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง ย่อมกล้าที่จะคิดตัดสินใจ และนำไปสู่พัฒนาการของความเป็นตัวตนแห่งตนเอง

บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล...สร้างความมั่นคงทางอารมณ์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากคำสัมภาษณ์ พบปรากฏการณ์อันเกิดจากการสร้างสรรค์กระบวนการพัฒนาการอีกประการหนึ่งจากครอบครัวของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา นั่นคือมาตรการที่คุณพ่อคุณแม่นำมาใช้ควบคุมพฤติกรรมของลูก จากการศึกษาพบว่า จะมีการพูดคุยอธิบายด้วยเหตุด้วยผลถึงมูลเหตุแห่งความผิด มีการลงโทษบ้างเป็นบางครั้งในช่วงเด็ก เมื่อโตขึ้นจะใช้การพูดคุยว่ากล่าวตักเตือน ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งเล่าถึงวิธีการที่คุณพ่อคุณแม่ของเขานำมาใช้ในการควบคุมพฤติกรรมของเขาเมื่อกระทำผิด ดังนี้

“บางครั้งเขาจะเตือนก่อน ถ้าเราทำผิดก็ตี (วิธีการลงโทษ) บางทีเขาก็บอกรู้ความผิดหรือเปล่า เราก็ยอมรับ (หมายถึงยอมรับเมื่อรู้ว่าตนเองกระทำผิด - ผู้วิจัย)”

สัมพันธภาพที่มีการกำหนดมาตรฐานการดำรงชีวิตด้วยเหตุด้วยผลดังกล่าวได้สร้างความรู้สึกอบอุ่นมั่นคงในการดำเนินชีวิตให้เกิดขึ้นในความรู้สึกของนักเรียน การใช้มาตรฐานการควบคุมที่ยึดหลักของเหตุผล ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดรู้ได้ด้วยตนเองว่า สิ่งใดถูกสิ่งใดผิด ก่อให้เกิดพัฒนาการของการรู้จักควบคุมอารมณ์ ดังคำกล่าวที่ว่า “รู้จักคิด” หรือ “เป็นผู้ใหญ่” ในสำนวนไทย ซึ่งนั่นคือนักเรียนเกิดความรู้สึกมั่นคงทางอารมณ์ อันเป็นก้าวอย่างที่สำคัญของพัฒนาการความเชื่อมั่นในตนเอง และนำไปสู่ความเป็นตัวตนแห่งตนเอง

1.3 ครอบครัวเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจ หรือแรงขับ

แรงบันดาลใจหรือแรงขับเป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้นและผลักดันให้บุคคลเกิดความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จในกิจการที่ทำ จากการศึกษารูปแบบของครอบครัวนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า ทั้งพ่อแม่ ญาติพี่น้อง เป็นผู้มีอิทธิพลสูงหรืออาจกล่าวได้ว่า ครอบครัวเป็นผู้สร้างหรือก่อให้เกิดแรงบันดาลใจ เป็นพลังผลักดันให้นักเรียนกลายเป็นผู้มีความมุ่งมั่นปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต อันเกี่ยวข้องกับกระบวนการกลายเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ผลจากการศึกษา ผู้วิจัยมีเป้าหมายไปที่ลักษณะของการเป็น “ตัวแบบ” ซึ่งรูปแบบของการเป็นตัวแบบของครอบครัวที่กระตุ้นเร้าให้นักเรียนเกิดแรงบันดาลใจ มีดังนี้

ตัวแบบ...สร้างความเชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้

การที่คุณพ่อหรือคุณแม่ หรือญาติพี่น้องของนักเรียนประสบความสำเร็จในชีวิตเพราะการเรียน ย่อมทำให้เกิดพลังผลักดันเป็นแรงขับภายใน ที่ช่วยสร้างฝันหรือแรงปรารถนาจะประสบความสำเร็จในชีวิตเพราะการเรียน ตามเข็มนาฬิกา ดังเช่น “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” ที่มีคุณพ่อเป็นตัวแบบประสบความสำเร็จในชีวิตเพราะการเรียน จากการบอกเล่าของนักเรียนคนดังกล่าวที่เล่าถึงความสำเร็จทางการเรียนของคุณพ่อของเขาด้วยความชื่นชม นับตั้งแต่การได้รับปริญญาบัตรในระดับปริญญาตรีถึงสองสาขาวิชา และคุณพ่อของเขายังศึกษาต่อจนสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท การแสดงออกถึงความรู้สึกภูมิใจที่เขามีต่อคุณพ่อสามารถวิเคราะห์ได้จากกรณียุทธศาสตร์ที่เขาได้ให้คำสัมภาษณ์ต่อผู้สัมภาษณ์ ถึงความรู้สึกของเขาที่ให้ความสนิทสนมกับคุณพ่อด้วยการให้เหตุผลไว้ ดังนี้

“เพราะความเป็นนักเรียนครับ คุณพ่อค่อนข้างให้ความสนใจกับการเรียนครับ”

ความรู้สึกที่นักเรียนชายผู้นี้มีต่อคุณพ่อของเขา ด้วยเห็นเป็นตัวแบบที่สร้างความเชื่อและศรัทธา ทำให้เขามักขอคำแนะนำปรึกษาปัญหาทางวิชาการกับคุณพ่อของเขาเสมอ ๆ ดังคำบอกเล่าของเขาที่เล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้ “ถ้าเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับวิชาการหน่อยจะ ไปปรึกษาคุณพ่อ” ด้วยพลังศรัทธาที่เขามีต่อคุณพ่อของเขาทำให้เขาเกิดความรู้สึกเชื่อมั่นศรัทธาต่อคุณพ่อของเขา และพร้อมที่จะปฏิบัติตามคำแนะนำหรือชี้แนะจากคุณพ่อของเขา ดังเห็นได้จาก เมื่อคุณพ่อของเขานำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์มาให้เขาทำเป็นพิเศษตั้งแต่เรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เขามุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแบบฝึกหัดนั้นด้วยตนเอง โดยมีคุณพ่อเป็นผู้ชี้แนะซึ่งทำให้เขาประสบความสำเร็จทางคณิตศาสตร์อย่างสูงในเวลาต่อมา

“คือฝึกคณิตศาสตร์เป็นพิเศษตั้งแต่ ป.3 ...ก็คุณพ่อครับ ไม่เชิงฝึกให้ แต่เราทำตามคำแนะนำเขาครับ หากหนังสือมาให้ครับ มาให้เราศึกษา อันไหนไม่เข้าใจก็ถาม”

กรณีศึกษา ที่พบว่าครอบครัวเป็นตัวแบบสร้างความเชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้ อีกกรณีหนึ่ง คือกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านใจกลางกรุงเทพฯ” เนื่องจากคุณพ่อของเขาเสียชีวิตตั้งแต่เขาอายุได้ ขวบเศษ ๆ เขาจึงอยู่ในความดูแลของคุณแม่ ที่ยังอาศัยอยู่กับคุณปู่คุณย่าของนักเรียนชายผู้นี้ (หมายถึงคุณพ่อคุณแม่ของคุณพ่อของเขา) ซึ่งครอบครัวนี้มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการศึกษา ดังที่นักเรียนชายผู้นี้ได้เล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“คือเขา (คุณปู่คุณย่า) สไตล์คนจีน เขาไม่ค่อยมีทัศนคติที่ดีทางการเรียนเท่าไรหรอก มักไปทางค้าขาย ที่เห็นจบสูงหน่อยก็คุณป้า (พี่สาวของคุณพ่อของเขา) ที่จบครู แต่ตอนนี้หันมาทางค้าขาย ก็คุณอา (น้องชายของ

คุณพ่อของเขา) ที่ช่วยเรื่องเงินนั้นแหละที่เขาเรียนหมออยู่ที่โน่น (เรียนอยู่คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) แต่คุณปู่เรียกออกมาช่วยงาน เขาเป็นคนสนใจเรียนที่สุดแล้ว อย่างผม คุณปู่ก็บอกให้ออกมาช่วยงาน แต่ผมไม่เอา (หมายความว่าไม่ทำตามคำแนะนำของคุณปู่ - ผู้วิจัย)”

จากการศึกษาถึงความสำเร็จของนักเรียนชายผู้นี้พบว่า เขามีความสำเร็จทางการเรียนอยู่ในระดับสูง กล่าวคือ ในระดับประถมได้รับรางวัลที่สามระดับประเทศของการตอบปัญหาทางดาราศาสตร์ และรางวัลที่สองประเภททีมของภาค...จากสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้นได้รับรางวัลที่ 1 จากการแข่งขันคณิตศาสตร์จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย...(ชื่อมหาวิทยาลัย)...และในช่วงที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน...(ชื่อโรงเรียน)...ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีชื่อเสียงที่สุดแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ นักเรียนชายผู้นี้ก็ได้รับการประกาศให้ได้รับโล่ห์พิสิทธ์เนื่องจากได้คะแนนรวมของวิชาพิสิทธ์สูงสุดของโรงเรียน ดังนั้นเมื่อถูกถามถึงการรับรู้ของนักเรียนชายผู้นี้ต่อความรู้สึกรู้สึกของคุณปู่พบว่าคุณปู่มีทัศนคติต่อความสำเร็จของเขาในลักษณะของความชื่นชม ซึ่งทำให้เขาก่อเกิดแรงบันดาลใจต่อการเรียนในลักษณะมุ่งสู่ความสำเร็จ

“เขา “คุณปู่” เปลี่ยนทัศนคติหรือยังละ - ผู้วิจัย) เปลี่ยนแล้วครับ ก็ผมนี่แหละที่ทำให้เปลี่ยน คือบางครั้งผมทำอะไรได้ดีหน่อยเขาก็ดีใจ (หมายถึงประสบความสำเร็จทางการเรียน - ผู้วิจัย) ขอบเอาไปไม้บ้างละ (หมายถึงขอบเอาไปบอกเล่าโอ้อวดความเก่งของหลานชายด้วยความภาคภูมิใจให้บุคคลอื่นได้รับรู้ - ผู้วิจัย) ไม้ว่าหลานเก่ง (เรารู้สึกอย่างไรละ เวลาปู่เอาไปไม้ - ผู้วิจัย) ผมก็ส่วนหนึ่งก็ดีใจ แต่อีกด้านหนึ่งก็...เขาบอกว่าไม่ต้องเรียนแต่ตัวเองกลับเอาไปชื่นชมอะไรอย่างนี้”

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างครอบครัวของคุณพ่อของนักเรียนชายผู้นี้กับครอบครัวของคุณแม่ของเขาพบว่า ครอบครัวทางคุณพ่อของเขาจะไม่ประสบความสำเร็จในชีวิตอันเป็นผลมาจากการเรียน แต่ครอบครัวทางคุณแม่ของเขานั้นทุกคนจะประสบความสำเร็จทางการเรียนกันทุกคน ดังที่นักเรียนชายผู้นี้เล่าถึงเรื่องที่คุณยาย (คุณแม่ของคุณแม่ของเขา) ขอบนำมาเล่าให้เขาฟังเสมอในลักษณะชื่นชมต่อความสำเร็จของลูก ๆ ของคุณยายทุกคน อันเป็นการแสดงถึงความรู้สึกภาคภูมิใจที่มีต่อลูก ๆ ของตน ดังที่นักเรียนชายผู้นี้เล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟังซึ่งเขาเองก็ให้ความสนใจ ต่อความสำเร็จเพียงอย่างนั้น ดังนี้ คือ

“ขอบไปไม้เหมือนกันครับ ลูกเป็นหมอ ...ส่วนใหญ่ผมชอบถามเรื่องพวกนี้ เรื่อง คุณลุงคุณป้าคุณน้าอะไรพวกนี้ (หมายถึงสนใจเกี่ยวกับวิถีชีวิตในวัยเด็กในวัยเรียนของพี่น้องของคุณแม่ - ผู้วิจัย) คุณยายชอบถามเรื่องเรียนด้วย คือลูกเขา 5 คน ก็จบหมด ก็เลย...ใส่ใจเรื่องนี้ครับ (หมายถึงลูกของคุณยาย มี 5 คน คือ พี่น้องของคุณแม่ของเขาประสบความสำเร็จทางการเรียน เรียนในระดับมหาวิทยาลัยและสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญากันทุกคน คุณยายเลยใส่ใจในเรื่องการเรียนของเขา - ผู้วิจัย)”

ดังนั้นผลแห่งความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียนชายผู้นี้ จึงเกิดจากความบันดาลใจต่อความสำเร็จทางการเรียน ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจาก ตัวแบบ ที่เป็นญาติพี่น้องทางคุณแม่ของเขานั้นเอง

ตัวแบบ...สร้างสรรคจินตนาการสู่ความสำเร็จทางการเรียน

อิทธิพลของครอบครัวในการเป็นตัวแบบ ที่ส่งผลให้นักเรียนก่อเกิดจินตนาการต้องการเลียนแบบหรือเอาเยี่ยงอย่างของความสำเร็จ อันเป็นรูปแบบของปฏิสัมพันธ์ที่นักเรียนได้รับฟังจากคำบอกเล่าของคุณพ่อหรือคุณแม่ หรือญาติผู้ใหญ่ การที่บุคคลเหล่านี้เล่าเรื่องราวในอดีตของตนเอง หรือญาติ หรือบุคคลใกล้ชิดที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนฟัง ซึ่งเรื่องที่เล่าจะเป็นวิถีทางที่ทำให้บุคคลเหล่านั้นประสบความสำเร็จ สิ่งเหล่านั้นจะช่วยสรรค

สร้างจินตนาการให้นักเรียนมีความรู้สึกมุ่งมั่นที่จะเอาชัยอย่าง เพื่อให้ตนประสบผลสำเร็จในชีวิตเช่นนั้นบ้าง ดัง
เช่น นักเรียนชายผู้หนึ่งเล่าให้ผู้สัมภาษณ์ฟังถึงความสำเร็จของญาติ ซึ่งเขาได้รับทราบจากการบอกเล่าของคุณแม่
ของเขา ซึ่งเรื่องราวที่เขาได้รับฟังทำให้เขาเกิดความบังคาลใจคิดเอาเยี่ยงอย่างวิธีการแห่งความสำเร็จนั้น ดังนี้

“เขาเรียนเก่งคุณแม่เล่าให้ฟัง (ญาติทางคุณแม่เรียนจบทางด้านวิศวกรรมศาสตร์) เขาเรียนดีครับ ก็รู้สึก
ดี (หมายถึงเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจต่อความสำเร็จของญาติที่ได้รับฟังจากการบอกเล่าของคุณแม่ของเขา - ผู้วิจัย)
...เราอยากรู้เขาเรียนยังไงมากกว่า”

หรืออย่างกรณีของ “นักเรียนหญิงผู้หนึ่งที่เรียนอยู่โรงเรียนแห่งหนึ่งย่านกลางกรุงเทพฯ” ต้องแยกจาก
ครอบครัวที่อยู่ “ต่างจังหวัด” ตั้งแต่ระดับอนุบาล 2 เข้ามาเรียนที่กรุงเทพฯ ด้วยความรู้สึกว่าตนเองทะเลาะกับน้อง
เป็นประจำ ดังคำบอกเล่าของเธอที่บอกว่า “คุณแม่ก็ปวดหัวก็เลยจับหนูย้ายมาอยู่กรุงเทพฯ” และในความรู้สึก
ของนักเรียนหญิงผู้นี้ เธอเล่าว่าตนเองย้ายโรงเรียนบ่อยมาก

“โรงเรียนที่เรียนนี้ (ชื่อ โรงเรียน) เป็นโรงเรียนที่ 8 เป็นคนที่ย้ายโรงเรียนบ่อยมาก”

จากการศึกษาวิถีชีวิตของนักเรียนหญิงผู้นี้พบว่า เธอเป็นผู้ที่ประสบผลสำเร็จทางการเรียนในระดับสูง
ในขณะที่ต้องอยู่ห่างจากคุณพ่อคุณแม่ ซึ่งบางครั้งเธอต้องดูแลตนเองอย่างเช่นในช่วงที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2-3 เธอต้องไปอยู่โรงเรียนประจำ ซึ่งเธอได้เล่าถึงชีวิตนักเรียนในช่วงนั้นให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“สนุกคะ ตอนแรกก็อาจไม่ค่อยชิน แต่หนูคงไม่รู้สึกห่วงพ่อแม่ (หมายถึงความรู้สึกห่วงหา
อาวรณ์ - ผู้วิจัย) เพราะตั้งแต่เด็ก ๆ ก็คือไปอยู่กับญาติตั้งแต่ตอนอนุบาลที่กรุงเทพฯ นะคะ คุณพ่อคุณแม่ก็จะ
มาหาทุกวันอาทิตย์ หนูก็จะรอคุณพ่อคุณแม่ ทุกวันอาทิตย์หนูจะจำไว้เลยว่าจะมากันวันอาทิตย์ หนูก็จะรอ แล้วมี
วันหนึ่งได้ข่าวว่าคุณพ่อจะไม่เข้ามาหา หนูก็จะนั่งร้องไห้ ทำไมคุณพ่อไม่มาหา”

ซึ่งจากการวิเคราะห์วิถีชีวิตของนักเรียนหญิงผู้นี้พบว่า บุคคลที่ให้แรงบันดาลใจก่อเกิดความมุ่งมั่นที่
จะประสบผลสำเร็จทางการเรียนตามเยี่ยงอย่างคือคุณแม่ของเธอเอง ดังที่เธอเล่าถึงคุณแม่ของเธอ ดังนี้

“คุณแม่เป็นคน (ชื่อจังหวัด) แล้วเข้ามาเรียน (ชื่อ โรงเรียน) ในกรุงเทพฯ แล้วก็ย้ายไปอยู่... (ชื่อภาค)
ไปเรียนปริญญาตรีที่ (ชื่อมหาวิทยาลัย) ก็ประทับใจคุณแม่...คุณแม่ทำงานเก่ง และเป็นคนควบคุมอารมณ์ได้ดี...
คุณแม่เป็นคนต่างจังหวัด... แล้วเข้ามาอยู่ในกรุงเทพฯ มาอยู่หอ (หอพัก) ท่านก็เรียนได้ ท่าน...เป็นผู้หญิงมาจาก
ต่างจังหวัดเข้ามาเรียนในกรุงเทพฯ ท่าน...ดูแลตัวเองได้ แล้วออกมาอยู่คนเดียวด้วย แล้วว่ามีเพื่อนใหม่ที่นี้”

2. โรงเรียน...สถาบันผู้ให้โอกาส

เงื่อนไข ปัจจัยด้าน โรงเรียน หรือสถาบันการศึกษามีอิทธิพลในฐานะเป็นสถาบันถ่ายทอดทางวิชาการ
พัฒนาทักษะ ความเชื่อและค่านิยม ซึ่งเป็นวัฒนธรรมทางสังคมให้กับผู้เรียน ฉัตรทิพย์ นาถสุภา (2512 : 22 – 25)
ได้สรุปหน้าที่ของสถาบันการศึกษาไว้ 5 ประการ ดังนี้ คือ หน้าที่ในการอบรมขัดเกลาทางสังคม หน้าที่ในการจัด
สรรบทบาทของบุคคลตามลักษณะการศึกษาที่ได้รับ หน้าที่การถ่ายทอดวัฒนธรรม หน้าที่ในการอบรมและ
พัฒนาความเป็นพลเมืองดีตามระบบการปกครอง และหน้าที่ในฐานะผู้นำการเปลี่ยนแปลง จากบทบาทหน้าที่
ของโรงเรียน อันเป็นสถาบันจัดการศึกษาตามระบบโรงเรียนในปัจจุบัน นับได้ว่าโรงเรียนเป็นผู้วางรากฐานของ
กิจกรรมทางสังคมที่สำคัญ ซึ่งจากการศึกษาถึงลักษณะของสัมพันธภาพที่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนกับ โรงเรียนอัน
ประกอบด้วยครูและบรรยากาศภายในโรงเรียนนั้น พบว่าสัมพันธภาพจะเป็นไปในลักษณะเกื้อหนุนให้ผู้เรียนได้

แสดงศักยภาพด้วยการกระตุ้นเร้าท้าทายและการสรรสร้างบรรยากาศของการเป็นสถาบันแห่งการเรียนรู้ ทั้งนี้รูปแบบจากการวิเคราะห์บทบาทของโรงเรียนจากการรับรู้ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษามี ดังนี้

โรงเรียน...คือสังคมแห่งการแข่งขัน

โรงเรียนในความรู้สึกประการหนึ่งของนักเรียนที่มีความสามารถทางฟิสิกส์สูงนั้น จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าสถานที่แห่งนี้เต็มไปด้วยบรรยากาศแห่งการแข่งขัน อันเกิดจากความคาดหวังของครูที่มีต่อตัวนักเรียนเหล่านี้ ผลของความคาดหวังของครูได้ช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้พร้อมสำหรับการเข้าสู่สนามของการแข่งขัน และช่วยให้นักเรียนได้รับรู้ขีดความสามารถของตน รับรู้ตนเอง เข้าใจตน ทั้งยังช่วยส่งเสริมสนับสนุนผลักดันให้นักเรียนพัฒนาตนเองเข้าสู่วิถีทางที่เป็นทักษะเฉพาะด้าน ดังเช่นกรณีศึกษา ดังนี้

จากกรณีศึกษาวิถีชีวิตทางการเรียนของนักเรียนชายผู้หนึ่ง การที่นักเรียนชายผู้นี้ได้รับการเกื้อหนุนจากทางครอบครัวจนเป็นผู้มีทักษะความสามารถทางการเรียนสูง ได้ส่งผลให้เขาเป็นนักเรียนที่เรียนดีที่สุดในห้องเรียน ทำให้ครูเกิดความคาดหวังต่อตัวเขา โดยการส่งเสริมให้เขาเป็นตัวแทนของห้องเรียน เพื่อเข้าแข่งขันความสามารถทางวิชาการตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 แทบทุกวิชา เมื่อผลของการแข่งขันสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนชายผู้นี้มีความสามารถโดดเด่นทางคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ ทำให้เขาได้รับเลือกเป็นตัวแทนของโรงเรียนเข้าแข่งขันทางคณิตศาสตร์ในรายการสำคัญจนกระทั่งประสบความสำเร็จ ชนะเลิศเป็นที่ 1 ของจังหวัด ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รางวัลแห่งความสำเร็จได้นำมาซึ่งการรับรู้ต่อตนเองถึงความภาคภูมิใจ เชื่อมั่นต่อตนเองในระดับสูง และส่งผลก่อให้เกิดคุณลักษณะอันสำคัญต่อตัวเขา คือ ความมุ่งมั่น และพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหา ดังที่เขาได้กล่าวถึงความรู้สึกต่อตนเอง อันเป็นการแสดงถึงการรับรู้ตน จากการให้คำสัมภาษณ์กับผู้สัมภาษณ์ ถึงการเตรียมตัวที่จะสอบเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ดังนี้

“(ตอนนั้นนั่งอยู่ลำดับโคขของโรงเรียน - ผู้วิจัย)...ระดับต้น เก่งสุดก็ว่าได้ (วิชาที่เด่นที่สุด - ผู้วิจัย) คณิตศาสตร์...ก็ค่อนข้าง O.K. ทุกตัว (หมายถึงประสบความสำเร็จทางการเรียนทุกวิชา - ผู้วิจัย)” ต่อข้อถามที่ว่าเตรียมตัวสอบเข้าเรียนต่ออย่างไรนั้นเขาได้ให้คำตอบที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองดังนี้ “อ่านด้วยตนเอง...เลือกเอง ซื้อเองครับ (หมายถึงการตัดสินใจเลือกซื้อหนังสือเตรียมสอบเข้าเรียนต่อด้วยตนเอง และเตรียมตัวสอบด้วยตนเอง - ผู้วิจัย)”

จากความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ของ “นักเรียนชายคนดังกล่าว” ได้ก่อให้เกิดความรู้สึกมุ่งมั่นและเชื่อมั่นในตนเองสูง และทำให้เขามีความรู้สึกที่คิดต่อวิชาคณิตศาสตร์และพยายามศึกษาด้วยตนเองจนเกินหลักสูตรที่เรียน อันเกิดจากแรงขับที่เป็นความปรารถนาต้องการประสบความสำเร็จ ซึ่งเป็นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รวมทั้งได้มีโอกาสเข้ารับการติว (tutorial) จากรุ่นพี่ในชมรมคณิตศาสตร์ของโรงเรียน ด้วยหลักสูตรที่ใช้ในการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในช่วงขณะที่เขากำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่งผลให้เขาประสบความสำเร็จจากการเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียน ดังที่เขาได้เล่าถึงผลของการแข่งขันดังกล่าวให้ผู้สัมภาษณ์รับฟัง พร้อมกับแสดงความคิดเห็นต่อหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

“ได้ที่ 3 พี่ ม.3 สองคนได้ที่ 1 กับที่ 2...เพราะอาจจะศึกษาเนื้อหาสูง...ม.1 ม.2 ไม่ค่อยต่างจากประถม (หมายถึงเนื้อหาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2 ไม่แตกต่างจากเนื้อหาหลักสูตรใน

ระดับชั้นประถมศึกษา - ผู้วิจัย) ต่างจะเป็น ม.3 ค่อนข้างต่างขึ้นมามาก (หมายถึงเนื้อหาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะมีความแตกต่างไปจากเดิมเพราะมีเนื้อหาใหม่เพิ่มเติมเข้ามา - ผู้วิจัย)”)

การที่นักเรียนชายผู้นี้ได้รับการผลักดันจากครูและโรงเรียนให้เข้าสู่สนามการแข่งขันความสามารถทางวิชาการตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยเฉพาะเป็นตัวแทนในการแข่งขันทางด้านคณิตศาสตร์ ความสำเร็จจากการแข่งขันได้ส่งผลให้เขาเรียนรู้ตนเอง เข้าใจตนเอง เกิดความเชื่อมั่นต่อตนเองและเกิดความรู้สึกมุ่งมั่นที่จะแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองเพิ่มเติม เป็นผลให้เขาประสบความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงสุดและเป็นปัจจัยสำคัญนำไปสู่ความสำเร็จทางด้านฟิสิกส์ในเวลาต่อมา ดังที่เขาได้เล่าถึงกระบวนการพัฒนาตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงการรับรู้และความรู้สึกของเขาต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

“เป็นเพราะศึกษาเอง คือศึกษาเองส่วนหนึ่งและรุ่นพี่ตัวก็ส่วนหนึ่ง ม.1 ศึกษาจากตำราเรียน ม.2 ม.3 เป็นแบบฝึกหัด ลักษณะตำราเรียนที่สามารถศึกษาทำความเข้าใจได้เองเป็นพวกคู่มือวิชาคณิตศาสตร์...รู้สึกว่ามันไม่พอ เพราะรู้สึกว่าเราเก่งอยู่ในระดับหนึ่ง ตอนประถมเราก็ได้แค่ที่หนึ่งในระดับจังหวัด พอมาเจอระดับเขต ระดับประเทศ เราก็สู้เขาไม่ได้ ก็คิดว่าเราน่าจะพัฒนาความสามารถให้มากกว่านี้ คือว่าอย่างไรอย่างไรเราก็เรียนอยู่แล้ว อนาคตเราก็ต้องเรียน เพราะต่อไปเราต้องพบกับเรื่องพวกนี้อยู่ดี และทำให้เราเกิดความมั่นใจด้วยซ้ำ เพราะเรารู้เกินกว่าพวกนั้นที่เราเรียนอยู่ (หมายถึงขอบเขตขององค์ความรู้ที่เรารู้เพิ่มเติมด้วยตนเองนั่นมีเนื้อหาเกินกว่าหลักสูตรที่เรียนในชั้นเรียนตามปกติ - ผู้วิจัย)...เพราะคณิตศาสตร์จะเป็นพื้นฐานของทุกอย่างในหลายวิชาใน ม.ปลาย ถ้าคณิตศาสตร์ดีก็จะทำให้วิชาอื่นดีไปด้วย”

โรงเรียน...คือสังคมแห่งการแสวงหาความรู้

สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์สูงกับโรงเรียนอีกประการ คือ การที่นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาเหล่านี้รับรู้ต่อบรรยากาศของโรงเรียน ในฐานะเป็นสถาบันแห่งการแสวงหาความรู้ หมายถึง โรงเรียนที่นักเรียนเหล่านี้ได้เรียนรู้ได้สัมผัสและมีสัมพันธภาพ ก่อให้เกิดเป็นเงื่อนไข และปัจจัยอันเกิดจากการรับรู้ของนักเรียนนั้น คือ โรงเรียนเป็นสังคมแห่งการแสวงหาความรู้ นั่นคือ โรงเรียนเป็นสถาบันที่ดำเนินกิจการในลักษณะของการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพแห่งตน โดยการจัดหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกพัฒนาตนตามความถนัดและความสนใจ มีระบบการประชาสัมพันธ์ รวมทั้งมีกระบวนการแนะแนวช่วยเหลือสนับสนุน มีกิจกรรมทางวิชาการให้นักเรียนได้ร่วมปฏิบัติที่หลากหลาย ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนผู้มีความสามารถทางด้านฟิสิกส์สูงเหล่านี้ จะให้ความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการ เช่น กิจกรรมชมรมคณิตศาสตร์ ชมรมวิทยาศาสตร์ ชมรมคอมพิวเตอร์ การเข้าฟังการบรรยายทางวิชาการจากนักวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งจากครูอาจารย์ และรุ่นพี่ที่ประสบความสำเร็จทางวิชาการ และการแสวงหาโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ที่จัดโดยหน่วยงานต่าง ๆ โดยโรงเรียนจะเป็นผู้ประสาน และให้การสนับสนุนด้านคำแนะนำ ซึ่งแนะนำให้นักเรียนที่มีความสามารถเหล่านี้ได้เข้าร่วมกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นสังคมภายในโรงเรียนตามการรับรู้ของนักเรียนเหล่านี้ คือ สังคมแห่งการแสวงหาความรู้

ดังเช่นกรณี “นักเรียนหญิงผู้หนึ่ง” ได้บอกเล่าความรู้สึกที่มีต่อโรงเรียนที่เรียนอยู่ในปัจจุบันไว้ดังนี้ “หนูคิดว่าโรงเรียนให้โอกาสอย่างมาก ...มีการแข่งขันอะไร ก็จะมีประชาสัมพันธ์ ก็จะรู้ว่า คือ จะให้โอกาส ถ้าอยากได้ก็พึ่งตนเองด้วย ถ้าอยากสอบก็ต้องไปสมัครเอง ...และก็คืออย่างนี้ (หมายถึงโรงเรียนที่เธอเรียนอยู่ใน

ปัจจุบัน - ผู้วิจัย) เขาก็มีคิว อาจารย์มาช่วยสอน หรือไม่ก็รุ่นพี่หรือเพื่อน ๆ กันเองมาช่วยสอนกันเอง มาจัดคิวให้ ตอนหนูเรียนอยู่ (ชื่อค่าย) ก็มาช่วยคิวให้...แล้วก็ทำให้เรามีความรู้มากขึ้น ถ้าเราตั้งใจก็จะได้”

หรืออย่างเช่นกรณี “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” ได้เล่าถึงความสำเร็จของตนเองในปัจจุบัน อันเกิดจากการศึกษาด้วยตนเอง การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการต่าง ๆ ที่จัดขึ้นภายในโรงเรียน หรือจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่จัดขึ้น แล้วประสานความร่วมมือมายัง โรงเรียน ดังนี้

“สิ่งที่เราต้องการส่วนใหญ่ไม่ได้จากอาจารย์ จะได้จากรุ่นพี่ ได้จากในค่าย จากการศึกษาเอง และอาจารย์ก็คงจะถ่ายทอดไม่ได้ เนื่องจากเด็กแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่าเทียมกัน”

ความคาดหวังของครู...ช่วยเพิ่มศักยภาพและเป้าหมายในการพัฒนาตน

ครูเป็นผู้มีนัยสำคัญต่อการรับรู้ ทัศนคติ และให้ความหมายต่อนักเรียน จากเป้าหมายของการศึกษาในครั้งนี้ ครูในการรับรู้ของนักเรียน เป็นผลมาจากบุคลิกภาพอันเกิดจากความคาดหวังของครูเป็นเงื่อนงำที่ก่อให้เกิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มศักยภาพความสามารถทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น จากการศึกษาที่ครูรู้จักทักษะและความสามารถทางด้านสติปัญญาของนักเรียน ด้วยพลังความคาดหวังที่ครูมีต่อนักเรียน ได้ส่งผลให้ครูช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในตนเองและรับรู้ถึงความสามารถแห่งตน ดังเช่นกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” ที่เล่าถึงสาเหตุที่ทำให้เขาชอบวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อตอนที่เขาเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา อันเป็นผลเนื่องมาจากการที่เขาเป็นนักเรียนเรียนดีทำให้ครูมีความคาดหวังในการให้ความสนับสนุนต่อเขา ด้วยต้องการให้เขาเป็นตัวแทนของโรงเรียนไปแข่งขันความสามารถทางคณิตศาสตร์ เขาจึงถูกเลือก และได้รับการเสริมสร้างความสามารถเพิ่มเติม โดยครูทำหน้าที่สอนเสริมความรู้ให้เป็นพิเศษ ผลจากการกระทำดังกล่าวของครูได้ก่อให้เกิดการรับรู้ต่อนักเรียนชายผู้นี้คือ “เขาเริ่มชอบคณิตศาสตร์” และผลแห่งความชอบต่อวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวได้นำเขาไปสู่ความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ อันเป็นด้านแรกของการเดินเข้าสู่วิถีทางแห่งพิสิทธ์ในเวลาต่อมา

“คือตอนนั้นสงสัยผมเคยไปแข่งเลขนะครับ แล้วก็เลยคิดตัวมา ชอบคิดตัวมา ส่วนหนึ่งก็เพราะอาจารย์ช่วยแหละครับ คือ ตอน ป.5 ป. 6 เขาเคยเอาเด็กที่...เก่ง ๆ หน่อยมาจับคิวดู ก็...รู้สึกพอไปได้ (หมายถึงได้รับความสำเร็จจากการแข่งขัน - ผู้วิจัย) ก็เลยชอบ ประมาณนั้นครับ”

นอกจากนี้ยังพบว่า การแสดงออกถึงความคาดหวังของครูในลักษณะของการคำหามิและเข้มงวดที่แฝงไว้ด้วยความรู้สึกหวังดี ได้ก่อให้เกิดการรับรู้ต่อนักเรียนในทางบวก เป็นผลให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่คุณลักษณะที่พึงปรารถนา ดังที่ “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” เล่าถึงประสบการณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อครั้งยังเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครูผู้สอนได้นำโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2 มาให้นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกรณีพิเศษนอกชั่วโมงเรียนตามปกติ อันเป็นการสอนเสริม ซึ่งทำให้นักเรียนชายคนดังกล่าวขาดความสนใจ คือ ไม่ตั้งใจทำแบบฝึกหัดนั้น ผลที่เขาได้รับ คือ ครูผู้สอนได้เรียกเขาไปคำหามิด้วยถ้อยคำโดยความเข้าใจอันเกิดจากการรับรู้ของนักเรียนว่า “รุนแรง” และได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการมองตน ด้วยการพยายามแสดงตนให้ครูผู้สอนรับรู้ว่าเขา “ดี” กว่าที่ครูรับรู้อยู่ในขณะนั้น ดังนี้

“เขาเรียกว่า ดุลยโจทย์ครับ (โจทย์คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2) บางครั้งถ้าผมไม่รอบคอบก็โดนคำ...เลย (การคำหามิที่รุนแรง) สับเพร่าง่าย ๆ นี่ โคน... (ถูกคำหามิ) ทำให้ผมคิด เขาสอนอะไรผมหลายอย่าง คำ (หมายถึงการใช้คำพูดว่ากล่าวตักเตือนหรือต่อว่าด้วยน้ำเสียงแข็งกระด้าง - ผู้วิจัย) ผมแรง ๆ หลายครั้ง ...ผมรีบ ๆ จะไปเล่น ก็ทำลวก ๆ (หมายถึงสับเพร่า ไม่ตั้งใจ - ผู้วิจัย) ก็ผิด อาจารย์ก็จะเรียกไป... เรียกไปดู

แรง ๆ อย่างทำอะไร... ทำซู่ ๆ (หมายถึงการทำงานโดยไม่ตั้งใจ - ผู้วิจัย) ...ทำให้ผมเริ่มมี...เรื่องเรียน ก็เลยทำให้ผมต้องเน้น ๆ มากขึ้น (หมายถึงพยายามตั้งใจทำมากขึ้น รับผิดชอบมากขึ้น - ผู้วิจัย) เริ่มคิดนะ คือ พยายามต้องการจะทำตัวให้เขารู้ว่าเรากว่าที่เขาคิดนะ คือเราไม่ใช่อย่างที่เขาคิด ก็เลยต้องทำตัวให้ดีขึ้น แต่ว่าคิดนะ ทำให้ผม...ช่วย ช่วยค่า (หมายถึงเกิดการยอมรับว่าตนเองเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางบวก อันเป็นผลมาจากการถูกตำหนิ - ผู้วิจัย)”

3. เพื่อนผู้ร่วมทาง

อิทธิพลของเพื่อน หรือกลุ่มเพื่อนที่เป็นเงื่อนไขต่อการรับรู้ของนักเรียนผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์สูงนั้น คือ เพื่อนในความหมายของนักเรียนกลุ่มนี้คือกลุ่มบุคคลที่มีวัยใกล้เคียงกัน และมีโอกาสได้สัมผัสอันเนื่องมาจากการกระทำกิจกรรมในความสนใจเดียวกัน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อนให้ความหมายต่อความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา ในฐานะของผู้สร้างแรงบันดาลใจในลักษณะของความศรัทธา หรือรู้สึกชื่นชมยินดี กระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้สึกอยากจะทำประสบความสำเร็จอย่างนั้น รูปแบบของสัมพันธภาพที่พบ มีดังนี้

เพื่อน...คือผู้ให้แรงบันดาลใจ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษากับเพื่อนอันก่อให้เกิด แรงบันดาลใจ ต่อการรับรู้ของนักเรียน ดังเช่นกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” จากการที่เขาประสบความสำเร็จมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง อันเป็นผลมาจากการเรียนในระดับประถมศึกษา เมื่อได้เข้าเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขาได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมกับชมรมคณิตศาสตร์ของโรงเรียน และได้พบกับรุ่นพี่ที่ประสบความสำเร็จทางด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงของโรงเรียนที่มาทำหน้าที่ติวให้กับรุ่นน้องของชมรมฯ กลุ่มรุ่นพี่เหล่านี้บางคนได้รับเหรียญรางวัลจากการเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ผลจากความใกล้ชิดสนิทสนมได้ก่อให้เกิดความรู้สึกศรัทธา ชื่นชม ให้แรงบันดาลใจ กลายเป็นความมุ่งมั่นปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จอย่างรุ่นพี่ ดังที่นักเรียนผู้นี้ได้เล่าถึงความรู้สึกของเขาที่เกิดความมั่นใจในตนเอง โดยกล้าสมัครเข้าสอบแข่งขันความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับรุ่นพี่ที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งขณะนั้นเขากำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และผลของการแข่งขันทำให้เขาประสบความสำเร็จได้รับรางวัลที่ 3 ความสำเร็จดังกล่าวได้ส่งผลให้เขากล้าสมัครเข้าสอบแข่งขัน เพื่อคัดเลือกเข้าค่ายคัดเลือกคณิตศาสตร์โอลิมปิกของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศของ สสวท. ในขณะกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนผู้นี้สามารถผ่านเข้าสู่ค่ายรอบที่ 2 ซึ่งเป็นรอบสุดท้ายของโครงการฯ ได้ ดังที่เขาได้เล่าถึงความรู้สึกต่อการตัดสินใจเข้าสอบคัดเลือกในครั้งนี้ ดังนี้

“ตอนแรกเรารู้ระดับ ม. ปลายแล้วครับ ก็คิดว่าถ้าลองสอบดูคงไม่เสียหายอะไร เพราะอย่างไรเนื่อหา คงไม่เกินระดับ ม. ปลาย และโชคดีที่ได้...จริง ๆ แล้วตัวอย่างจากรุ่นพี่ มีแรงบันดาลใจจากรุ่นพี่ อยากเป็นเหมือนรุ่นพี่ ที่ประสบความสำเร็จ (หมายถึงต้องการเลียนแบบอย่างรุ่นพี่ในโรงเรียนเดียวกันกับเขา ที่ได้รับเหรียญรางวัลจากการเข้าร่วมแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ - ผู้วิจัย)”

เพื่อน...คือคู่แข่งกัน

สังคมเพื่อนของนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ คือกลุ่มนักเรียนที่มีคุณลักษณะของความเป็นนักวิชาการสูง นักเรียนเหล่านี้มักได้รับการปลุกฝังจากครูและผู้ปกครองมาตั้งแต่เยาว์วัยให้เข้าสู่โลกของการเป็นตัวแทนเข้าแข่งขันความสามารถทางวิชาการ ดังนั้นวิถีชีวิตประจำวันของนักเรียนเหล่านี้ คือ การเตรียมตนให้พร้อมที่จะเป็นตัวแทนเข้าแข่งขัน สังคมในกลุ่มเพื่อนที่รู้จักคือเพื่อนในสนามของการแข่งขัน ดังนั้นเพื่อนให้ความรู้สึกประการหนึ่งแก่นักเรียนกลุ่มนี้คือคู่แข่งกัน ผู้ท้าทายความสามารถทางการเรียน

ดังนั้น “นักเรียนหญิงผู้หนึ่ง” ได้เล่าถึงความรู้สึกที่มีต่อเพื่อนเมื่อครั้งเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในลักษณะการเปรียบเทียบ ดังนี้

“ก็เป็นตัวแทน... จะมีเพื่อนคนหนึ่งแข่งคณิตศาสตร์ตัวแทนโรงเรียนด้วย... อาจารย์ก็จะจับไปฝึกที่หน้าห้องโสตทุกเช้าหรือเย็นอะไรอย่างนี้แหละค่ะ ...อาจารย์ก็จะคอยจับไปตีกับเพื่อนอีกคนหนึ่ง คอยบอกว่าคนนี้เป็นอย่างไร คนนั้นเป็นอย่างไร มีข้อเด่นยังไง ข้อด้อยยังไง ก็จะชี้ก็จะบอกว่าคนนี้คิดเร็วกว่า คนนี้คิดแม่นกว่า ถูกกว่าอะไรอย่างนี้”

กรณีศึกษาถึงความรู้สึกของนักเรียนหญิงอีกผู้หนึ่งที่มีต่อเพื่อน คือ เธอยอมรับว่าเพื่อนในความรู้สึกของเธอ คือ ผู้แข่งขันท้าทายความสามารถ ดังที่เธอได้เล่าถึงเพื่อนเมื่อครั้งเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้ผู้สัมภาษณ์ฟัง ดังนี้

“ตอน ม.ต้น ไม่แข่งเรื่องคะแนนคะ ส่วนใหญ่ถ้าอย่างคณิตศาสตร์ที่เรียนแข่งกับเพื่อนอีกคนหนึ่งคือจะไม่ค่อยแข่งคะแนนกันเท่าไร คือเหมือนกันว่า...เราทำได้ทุกข้อเราก็แข่งกันว่า ข้อนี้เราคิดผิด เราจะถูกกันอย่างไร ...มากกว่า...คิดว่าใครคิดผิด...ข้อใด ไม่ได้คิดว่าใครคะแนนมากกว่า (หมายถึงเป็นแข่งขันถึงความสามารถในการใช้ชีวิตคิดในการแก้ปัญหาของแต่ละข้อ - ผู้วิจัย) ส่วนใหญ่คะแนนก็จะพอ ๆ กัน ผลัดกันขึ้นกันลง ได้ที่ 1 กันคนละทีกับเพื่อน”

เพื่อน...เป็นกระจกส่องตน

ผลของการศึกษาอีกประการที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของเพื่อนต่อการรับรู้ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา คือ เพื่อนเป็นตัวแทนที่ช่วยสะท้อนให้นักเรียนมองเห็นตัวตนแห่งตนเอง ดังกรณีของ “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” ที่เล่าถึงเพื่อนที่เรียนอยู่ด้วยกัน ซึ่งจากคำบอกเล่าที่นักเรียนผู้นี้พูดถึงเพื่อนนั้น ได้สะท้อนให้เห็นว่า เพื่อนคือ “ผู้แข่งขันทางการเรียน” และเพื่อนช่วยสะท้อนให้นักเรียนมองเห็นภาพของตนเอง จากจุดที่เพื่อนยืนอยู่ ดังนี้

“ผมไม่สนใจว่าเขาเด่นขนาดไหน ส่วนใหญ่สนใจตัวเองมากกว่าว่า ตนเองทำได้ขนาดไหน สนุกที่สนิท เวลาไปแข่งก็ไปแข่งด้วยกัน (หมายถึงการได้เป็นตัวแทนของโรงเรียนไปแข่งขันความสามารถทางคณิตศาสตร์ - ผู้วิจัย)”

จากความรู้สึกที่นักเรียนชายผู้นี้มีต่อเพื่อนคือ “คู่แข่งกัน” แต่ในขณะที่เดียวกันเขาก็ใช้เพื่อนเป็นเสมือนกระจกมองมาที่ตนเอง นั่นคือตนเองต้องเพิ่มความพยายามให้ได้เต็มตามศักยภาพแห่งตนเอง โดยต้องพยายามพัฒนาความสามารถของตนให้มากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

“จะสู้เพื่อนได้ไหม...ผมไม่ค่อยมองชาวบ้านเขามาก ส่วนใหญ่จะมองตัวเอง คือ พยายามพัฒนาตัวเองมากกว่าครับ ประมาณนั้น แต่ว่า ไม่มองเลยก็ใช่ ก็ดู คนนี้...เก่งนะ แต่จะไปคิดว่า...เราต้องชนะ...อะไรอย่างนี้...”

ก็ไม่ใช่...คือเราควรจะทำอะไร...ชื่นชมความเก่งของเขา...ดีกว่าบอกว่า..เราต้องเก่งกว่า...ควรจะทำ...เราควรพัฒนาตัวเองมากกว่าครับ คือควรจะทำ...ทำตัวเองดีขึ้นประมาณนี้นะครับ”

เพื่อน...คือผู้เปิดโลกทัศน์

สัมพันธภาพอีกประการที่เป็นรูปแบบของการรับรู้ที่นักเรียนมีต่อเพื่อนคือ การได้พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อันเนื่องมาจากนักเรียนที่มีพัฒนาการทางด้านฟิสิกส์สูง จะให้ความสนใจต่อกิจกรรมทางวิชาการ ดังนั้นโอกาสที่นักเรียนได้ใกล้ชิดกับเพื่อนคือระหว่างเข้าทำกิจกรรมทางวิชาการร่วมกัน ซึ่งจากการพบปะในรูปแบบดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน หรือสัมพันธภาพที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์นั้นเป็นไปในลักษณะของการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทางวิชาการระหว่างกัน และจากการศึกษาพบว่านักเรียนเหล่านี้สนใจสัมพันธภาพในลักษณะดังกล่าว โดยเห็นว่าเพื่อนได้ให้ข้อคิดแนวคิดที่แตกต่างจากตน และเกิดการยอมรับกันในเหตุในผลและแง่คิดมุมมองที่ต่างกันไป ดังที่ “นักเรียนชายผู้หนึ่ง” ได้เล่าแสดงทัศนะที่มีต่อเพื่อนผู้หนึ่งที่มีโอกาสได้พบปะจากการเข้าร่วมกิจกรรมภายในค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกฯ ร่วมกัน ซึ่งเขาได้บอกถึงความรู้สึกภาคภูมิใจ และความปรารถนาที่ได้พบเพื่อนที่มีความสามารถสูง และสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของเพื่อนที่มีต่อความสำเร็จทางการเรียน ในการสร้างสรรค์พลังแห่งความคิด จินตนาการของนักเรียนให้กว้างไกล ดังนี้

“ทั้งในความคิดเขา...(ชื่อเพื่อนในโครงการค่ายฟิสิกส์โอลิมปิกฯ)...เขาเป็นคนที่เป็นอย่างที่พิศดารมาก เขามีความคิดที่ลึกซึ้งมากเลย การมองปัญหาแบบอัจฉริยะ ...ชื่อใหม่ครับว่า เขาเข้าค่ายได้ถึงรอบ 15 คน วันนั้นอาจารย์สอนเรื่องแผ่นโพลาไรซ์ ...ชื่อเพื่อนคนดังกล่าว) ถามว่าแผ่นโพลาไรซ์คืออะไร ...วันนั้นผมมองว่า (พูดเน้นเสียงแสดงความรู้สึก)...เด็กคนนี้... (แสดงการรับรู้ในเชิงประหลาดใจ - ผู้วิจัย) แต่เวลาเขาแก้ปัญหา...ไม่ว่าจะ Lab (การทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์) ทางทฤษฎี หรืออะไร ...ชื่อเพื่อน) ทำได้เยี่ยมมาก ๆ เลย คือเขามองปัญหาได้...ผมว่าเก่งมาก ๆ เป็นอัจฉริยะจริง ๆ คนนี้ อยากมีเพื่อนอย่างนี้ ผมอยากจะมีอีกคนพวกนี้ไว้ คือไม่ใช่เพื่อความก้าวหน้าในธุรกิจการงานในอนาคตไม่ใช่ ผมรู้สึกว่าเป็นชีวิตผมนี่นะ ผมอยากเห็นคนพวกนี้ ผมรู้สึกมีบุญได้เห็นแล้ว เพราะมันหายากนะครับ (ชื่อเพื่อน) เขาน่ารักมาก คนอื่นนี่เขาจะมอง (ชื่อเพื่อน)...เป็นเด็กที่นำกลัวมากเลย เก่งอะไรอย่างนี้ วันนั้นเขาสอนผมว่า ...รู้ใหม่ทำไมสองบวกสามถึงเท่ากับห้า รู้ใหม่ว่าการบวกเป็นนิยาม รู้ใหม่สมบัติการสลับที่ของการบวกเป็นทฤษฎีบท เราไม่เคยรู้มาก่อนเลย ผมชอบคุยอย่างนี้ และผมรู้สึกมันเป็นการเปิดโลกของเราให้กว้างขึ้น ซึ่งหาที่ไหนไม่ได้ ยกเว้นคุยกับ (ชื่อเพื่อน)”

ผลอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบริบทแวดล้อม

จากการศึกษาปฏิสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดการรับรู้ ความคิด ให้ความหมายต่อตนเองของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา อันนำไปสู่การสร้างสรรค์ตนเองเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์หรือการกลายเป็นอย่างนักฟิสิกส์ของนักเรียน ในลำดับขั้นของกระบวนการตัดสินใจตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์นั้น พบว่าบริบทแวดล้อมที่เป็นเงื่อนไขสำคัญ จากการรับรู้ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา คือ ครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

สัมพันธภาพด้านครอบครัว พบรูปแบบของสัมพันธภาพที่ก่อให้เกิดความหมายต่อนักเรียนดังนี้ คือ ครอบครัวเป็นผู้เกื้อหนุน ซึ่งมีรูปแบบที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก การเป็นที่พึ่งและให้การสนับสนุนในการวางทักษะพื้นฐานทางการเรียนที่สำคัญ คือ ทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน และทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์

ประการที่สองคือ การช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการคิด เพื่อสร้างสรรค์ความเป็นตัวตนแห่งตนเอง โดยการช่วยให้รู้จักคิดตัดสินใจด้วยตนเอง และการเปิดโอกาสให้อิสระทางความคิดภายใต้การรู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง รูปแบบอีกประการที่พบจากการศึกษาคือครอบครัวเป็นผู้สร้างสรรค์พัฒนาการของลูก โดยการสร้างสรรค์ให้เป็นบุคคล ผู้มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสร้างสรรค์การเป็นบุคคล ผู้มีความมั่นคงทางอารมณ์ รูปแบบประการสุดท้ายที่พบจากกรณีศึกษาคือ ครอบครัวเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจอันเป็นแรงขับ ที่ช่วยขับเคลื่อนชีวิตของนักเรียนให้มุ่งมั่นสู่ความสำเร็จทางการเรียน ซึ่งพบว่าครอบครัวเป็นต้นแบบอันสำคัญ ในการสร้างความเชื่อมั่นศรัทธาต่อการเรียนรู้ และช่วยสร้างสรรค์จินตนาการความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จทางการเรียน

ปฏิสัมพันธ์ด้านโรงเรียน พบรูปแบบที่มีความหมายต่อนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา ดังนี้ คือ นักเรียนรับรู้ต่อโรงเรียน คือสังคมแห่งการแข่งขันความสามารถทางวิชาการ และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ นอกจากนี้พลังความคาดหวังจากครูยังช่วยเพิ่มศักยภาพให้นักเรียนพัฒนาตนเองไปสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จทางการเรียน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน พบรูปแบบที่ก่อให้เกิดการรับรู้ตนเองของนักเรียน คือ เพื่อนเป็นผู้ให้แรงบันดาลใจที่มุ่งสู่ความสำเร็จ เพื่อนเป็นคู่แข่งขันความสามารถทางวิชาการอันเป็นการกระตุ้นเร้าให้นักเรียนพัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้เพื่อนยังช่วยทำให้นักเรียนทราบสถานะภาพของตนเองจากจุดที่เพื่อนดำรงอยู่ และในประการสุดท้าย เพื่อนช่วยให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์ที่กว้างไกลจากการได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

บทที่ 5

ก้าวเข้าสู่โลกของนักฟิสิกส์

ดังที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 4 นั้น เป็นผลมาจากกระบวนการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเงื่อนไขสังคมแวดล้อม อันประกอบด้วยครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน ซึ่งผลจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับภาวะแวดล้อมดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดการรับรู้ ทัศนคติ และความหมายสำหรับตนเองขึ้นกับตัวนักเรียนที่อยู่ในภาวะแวดล้อมนั้น ๆ สำหรับบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงกระบวนการคิดตัดสินใจที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน อันเป็นผลให้นักเรียนก้าวเข้าสู่โลกของนักฟิสิกส์ในเวลาต่อมา และกลายเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนในปัจจุบัน

กระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน อันเป็นผลให้นักเรียนพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ในเวลาต่อมา นั้น เป็นกระบวนการหล่อหลอมตนเองทางด้านกระบวนการคิดและจิตวิญญาณให้กลายเป็นนักฟิสิกส์ กล่าวคือเกิดการพัฒนาตนในด้านความเชื่อที่มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ระบบความคิดในการแสวงหาความจริง และการเห็นคุณค่าในการสร้างคุณลักษณะและ/หรือนุคลิกภาพเฉพาะตน จากการศึกษาพบว่าเป็นผลมาจากกระบวนการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมแวดล้อมส่งผลให้นักเรียนเกิดการรับรู้ตน เข้าใจตนเข้าสู่โลกของนักวิชาการ ด้วยพื้นฐานทางด้านวิชาการที่มีทิศทางดังนำเสนอไว้ในบทที่ 4 ได้ผลักดันให้นักเรียนเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง ก่อเกิดกระบวนการยอมรับต่อ แนวคิดทางคณิตศาสตร์...คือวิถีชีวิต เป็นการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเป็นแนวทางในการคิดปฏิบัติในวิถีทางการดำเนินชีวิตประจำวันของตัวนักเรียนเอง จากนั้นเกิดการพัฒนาตนเข้าสู่ขั้นตอนของการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการเลือกเพื่อปฏิบัติให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นการเข้าสู่กระบวนการเลือก และเกิดการยึดมั่นว่า โลกแห่งความเป็นเหตุเป็นผล...คือโลกแห่งความจริงแท้ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้นำไปสู่การเจรจาต่อรองกับตนเองและสังคม เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับความหลากหลายของแนวคิด และกลายเป็นจุดผกผันเข้าสู่ความรู้สึก และรับรู้ ว่า โลกของฟิสิกส์...คือโลกของธรรมชาติที่เป็นจริง ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าเริ่มก่อเกิดขึ้นในช่วงของการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นก้าวขานนำไปสู่การปฏิบัติตนเป็นนักฟิสิกส์หรือมีความเป็นนักฟิสิกส์ในเวลาต่อมา ด้วยการยอมรับฟิสิกส์เข้าสู่วิถีชีวิตแห่งตนด้วยความรู้สึกที่ว่า มองฟิสิกส์...คือการมองไปสู่อนาคต เป็นความพยายามพัฒนาตนในลำดับสุดท้ายเมื่อนักเรียนพบว่าความเป็นนักฟิสิกส์เป็นวิถีชีวิตที่นักเรียนปรารถนาจะดำรงอยู่ และนักเรียนพยายามพัฒนาความเป็นนักฟิสิกส์ให้ก่อเกิดขึ้นมาเป็นตัวตนของตนเอง ซึ่งลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอปรากฏการณ์ที่ได้จากการศึกษาดังต่อไปนี้

1 แนวคิดทางคณิตศาสตร์...คือวิถีชีวิต

ผลการศึกษาวิถีชีวิตของนักเรียนพบว่า การที่นักเรียนมีความผูกพันใกล้ชิดกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ นับตั้งแต่ความใส่ใจของครอบครัวที่ให้การเกื้อหนุนต่อความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งช่วยเหลือแนะนำ ทบทวนบทเรียน การกระตุ้นส่งเสริมสนับสนุนด้านสื่อ และอุปกรณ์ พัฒนาแนวคิดที่เป็นทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ สนับสนุนการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ และจากประสบการณ์ประสบความสำเร็จทางการเรียน และการแข่งขันในวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ได้ส่งผลให้เกิดการซึมซับรับเอา

แนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต ทั้งทางความคิดและจิตวิญญาณของนักเรียน อันเป็นผลมาจากสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับภาวะแวดล้อมที่เป็นครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเอง ดังนี้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสบาย-ง่าย...เกิดความรู้สึกคุ้นชิน

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสบายและง่าย อันเป็นผลจากการเกิดความรู้สึกคุ้นชิน เป็นข้อสรุปประการหนึ่งที่ได้จากการรับรู้ ทัศนคติ ให้ความหมายต่อตนเองของนักเรียน ผลจากการปฏิสังสรรค์กับตนเองของนักเรียนอันเนื่องมาจากการคลุกคลีใกล้ชิดกับวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่เด็ก ๆ ซึ่งเกิดจากการที่คุณแม่ของนักเรียนให้นักเรียนได้ฝึกฝนกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอเป็นพิเศษทั้งในรูปแบบการทำแบบฝึกหัด การช่วยเหลือควบคุมทำการบ้านให้เป็นวิถีชีวิต โดยปกติ สิ่งเหล่านี้ได้นำไปสู่การเกิดความรู้สึกคุ้นชินอันเนื่องมาจากการคลุกคลี

“ก็ตั้งชินกระมังครับ ทำอยู่บ่อย ๆ... ผมว่าคลุกคลีอยู่กับมันมากกว่า” เป็นความรู้สึกของนักเรียนผู้หนึ่ง ที่ถูกพ่อแม่ฝึกให้ทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์เป็นพิเศษตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งพ่อแม่เกื้อหนุนสนับสนุนให้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เขาประสบความสำเร็จทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับแนวหน้าทั้งทางการเรียนและการแข่งขันในนามตัวแทนของโรงเรียน จากความสำเร็จดังกล่าว ทำให้เขามีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

“ก็คิดว่ามันเป็นวิชาที่สบายสุด ...เพราะมันรู้สึกเจออะไรก็ง่าย เพราะทำได้ไปหมด”

ความรู้สึกที่เขามีต่อวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่ง่ายและสบายต่อการเรียนรู้สำหรับเขา ทำให้เขาเกิดความรู้สึกอยากใกล้ชิด และเกิดการยอมรับเข้าเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตของตัวนักเรียนเอง ด้วยความรู้สึกดังกล่าว เขาจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาตนเองด้านคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความสามารถที่กว้างไกลยิ่งขึ้น ดังความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่เขาแสดง ไว้ดังนี้

“รู้สึกว่ามันไม่พอ เพราะรู้สึกว่าเราเก่งอยู่ในระดับหนึ่ง...ก็น่าจะพัฒนาความสามารถให้มากกว่านี้... คือว่ายังไงเราก็เรียน อนาคตเราก็เรียน ผู้เราศึกษาก่อน ได้ดีกว่า เพราะคณิตศาสตร์จะเป็นพื้นฐาน ของทุกอย่างในหลาย ๆ วิชาใน ม. ปลาย

คณิตศาสตร์รู้คำตอบแน่นอน เป็นเหตุเป็นผล เป็นความจริงแท้

การรับรู้ต่อคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์รู้คำตอบแน่นอน ด้วยความเป็นเหตุเป็นผลเป็นความจริงแท้ เป็นผลที่นักเรียนได้จากการปฏิสังสรรค์กับตนเองอันเนื่องมาจากการประสบผลสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนพบว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถแสวงหาความเชื่อมั่นหรือมั่นใจในตนเองที่จะคิดและแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง อันเนื่องมาจากเป็นความเป็นเหตุเป็นผล เป็นความจริงแท้แน่นอน ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงทัศนะไว้ ดังนี้

“คือมันรู้คำตอบแน่นอนว่าถูกหรือผิด...คณิตศาสตร์จะแยกได้ชัดเจนว่า ระหว่างอันไหนถูกอันไหนผิด...แต่สำหรับบางวิชา...มันเป็นความเห็นมากกว่า มันเป็นความคิดเห็น มันไม่ได้เป็นความจริง คือมันเป็นเหตุผลส่วนตัว ... ไม่ได้เป็นเหตุผลจริง ๆ”

การที่นักเรียนประสบผลสำเร็จต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนพัฒนาตนให้เป็นผู้มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง เป็นผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการคิดที่หลากหลาย

ตามคุณลักษณะทางวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดที่ซับซ้อนในระดับสูง และทำให้นักเรียนพบว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์มันท้าทายความคิดในการสืบค้นคำอธิบายในเชิงความเป็นเหตุเป็นผล ดังความคิดเห็นที่นักเรียนผู้หนึ่งมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

“มันเป็นสิ่งที่น่าสนใจ...มันท้าทาย...ใช้ความคิด...เป็นเหตุเป็นผล...มีระเบียบขั้นตอน...คือ...ลักษณะเป็นเหตุเป็นผล เป็นขั้นตอนการคิดที่สลับซับซ้อน...ที่สำคัญกว่ารู้คำตอบ (หมายถึงการรู้ถึงเหตุผลความเป็นมาด้วยการใช้กระบวนการคิดมีความสำคัญมากกว่าการรู้คำตอบแต่เพียงอย่างเดียว - ผู้วิจัย) ...รู้ว่าเราจะคิดอย่างไร จะแก้ปัญหาอย่างไร คือรู้ที่มาของมันด้วยการพิสูจน์ (หมายถึงนักเรียนมีความเชื่อมั่นต่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะค้นหาคำตอบและคำอธิบายด้วยการใช้หลักของความเป็นเหตุเป็นผลในการพิสูจน์ตรวจสอบข้อเท็จจริง - ผู้วิจัย)”

ปรากฏการณ์เหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นในวิถีชีวิตโดยปกติของนักเรียน และเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะเวลายาวนานตั้งแต่เด็ก ย่อมทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกผูกพันยึดมั่น คุ่นชินกับแนวคิดดังกล่าว และถูกนักเรียนดูดซับรับเอาแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตตน กลายเป็นความเชื่อในวิถีชีวิตโดยปกติของนักเรียน คือความเชื่อในหลักของความเป็นเหตุเป็นผล ความสามารถที่จะเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ด้วยกระบวนการคิดของตนเอง ผลของการที่นักเรียนมีความเชื่อมั่นในแนวคิดแห่งความเป็นเหตุเป็นผลดังกล่าวได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนต่อการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมปกติที่เต็มไปด้วยความหลากหลายของแนวคิดในเวลาต่อมา

2 โลกแห่งความเป็นเหตุเป็นผล...คือโลกแห่งความจริงแท้

การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และเกิดการรับเอาแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบความคิดในวิถีชีวิตดังที่กล่าวมา ได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดตัดสินใจในลำดับขั้นของการพัฒนาตนต่อมา คือการกำหนดกลวิธีและสร้างทางเลือก เมื่อนักเรียนพบว่าเกิดภาวะสับสนในความคิด จากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงในภาวะสังคมแวดล้อม ดังที่นักเรียนคนหนึ่งแสดงความรู้สึกสับสนต่อรูปแบบของแนวคิดของวิชาที่เรียนที่มีหลากหลาย ก่อให้เกิดการคิดเปรียบเทียบกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่รับไว้ในวิถีชีวิต คือความเชื่อในหลักของความเป็นเหตุเป็นผลเชิงตรรกะ ดังนี้

“ก็รู้สึก่วาวิชาอื่นเป็นแบบมันไม่มีอะไรที่แน่นอนตายตัวทุกอย่าง ถ้าเป็นสมมุติว่า 2+3 อะไอย่างนี้แน่นอนว่าต้องได้ 5 ตอบ 4 ไม่ใช่อยู่แล้ว... ก็แน่นอนเลยเห็นได้ชัด”

ภาวะความรู้สึกดังกล่าว ทำให้แนวคิดความเป็นเหตุเป็นผลของวิชาคณิตศาสตร์ได้รับการปลูกฝังเข้าสู่สามัญสำนึกของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนพัฒนาตนกลายเป็นคนที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง อันเนื่องมาจากความสามารถที่จะคิดและแสวงหาคำตอบหรือคำอธิบายได้ด้วยตนเอง ตามหลักของความเป็นเหตุเป็นผลของคณิตศาสตร์นั้น

บนหลักแห่งความเป็นเหตุเป็นผลและวิถีชีวิตในสังคม...สร้างความเป็นนักคิดที่ซับซ้อน

แบบแผนปฏิสัมพันธ์ระหว่างครอบครัวกับนักเรียน อันเนื่องมาด้วยวิถีชีวิตแห่งความเป็นจริงของการดำรงชีวิตในครอบครัว ย่อมเต็มไปด้วยความรักความผูกพัน ความห่วงหาอาทรความห่วงใยที่ร้อยรักคล้องใจ ด้วยวิถีชีวิตดังกล่าวได้เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยปลูกสามัญสำนึกให้นักเรียนสร้างกรอบระเบียบของการปฏิบัติตนด้วย

ตนเอง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของการดำเนินชีวิต กลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต พัฒนาการของแนวคิดที่เป็นวิถีชีวิตในสังคมกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ช่วยพัฒนากระบวนการคิดที่ซับซ้อนขึ้น ในตัวตนของนักเรียน

ดังเช่นวิถีชีวิตของ “นักเรียนผู้หนึ่ง” ที่คุณพ่อของเขาเสียชีวิตตั้งแต่เขามีอายุได้ขวบเศษ คุณแม่ต้องรับภาระเลี้ยงเขาและน้อง และครองตนเป็นหม้ายจนถึงปัจจุบัน แต่โชคดีของเขาที่ครอบครัวเป็นคนจีน ทำให้เขาได้รับการดูแลจากคุณปู่คุณย่าตามแบบธรรมเนียมจีน ประกอบกับฐานะของคุณปู่มีความมั่นคง เขาและน้องได้รับความรักและเมตตาจากคุณปู่และคุณย่ารวมทั้งเครือญาติทางคุณพ่อเป็นพิเศษ ความรักความผูกพันที่ทุกคนมีต่อเขา โดยเฉพาะคุณแม่นั้น เขาสามารถรับรู้ได้เป็นอย่างดี ดังที่เขากล่าวถึงคุณแม่ด้วยความรักและเทิดทูนเสมอ

“คุณแม่นี้ที่สุดแล้วครับ มากที่สุดเลยครับ ...ก็เพราะว่าแม่เลี้ยงผมกับน้องคนเดียวจริง ๆ ครับ ทุกสิ่งทุกอย่าง หาเงิน ...ทำทุกอย่างเอง”

การที่คุณแม่ของเขาครองตัวเป็นหม้ายเพื่อเลี้ยงดูเขาและน้องรวมทั้งต้องรับภาระดูแลคุณยาย (คุณแม่ของคุณแม่ของนักเรียนผู้นี้) อันเนื่องมาจากสูญเสียคุณตา (คุณพ่อของคุณแม่ของเขา) ไปตั้งแต่เขายังไม่เกิด ทำให้เขาตระหนักว่าคุณแม่ของเขาต้องแบกรับภาระความรับผิดชอบที่หนักหน่วง ดังที่เขาได้ระบายความรู้สึกที่มีต่อภาระรับผิดชอบของคุณแม่ของเขา ดังนี้

“ไปรับไปส่ง โรงเรียน แล้วก็ไปปรับจัดการเรื่องเรียนพิเศษ ส่วนใหญ่คือทำทุกอย่างครับ คุณแม่นี้งานก็ทำ ดูแลคุณยายด้วย และก็ลูกคุณยาย 4 คนนี้ (ญาติพี่น้องของคุณแม่ของเขา) เขาแยกย้ายไปต่างจังหวัดกันหมดเลย แม่ต้องดูแลลูกด้วย คุณยายด้วย ถ้าปากเหมือนกันครับ”

การที่เขาใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับคุณปู่ คุณย่า และคุณยายตั้งแต่เด็ก ๆ กอปรกับเห็นการปฏิบัติตนของคุณแม่ที่มีต่อคุณปู่ คุณย่า และคุณยายทำให้เขาซึมซับกับความรู้สึมห่วงใยในเครือญาติ ความห่วงหาอาทรต่อกันของบุคคลในครอบครัว สิ่งเหล่านี้ได้ก่อเกิดเป็นความประพฤติ การปฏิบัติตนของเขาต่อความคาดหวังของครอบครัว ดังที่เขาได้เล่าถึงการรับรู้ต่อความรู้สึกที่คุณแม่มีต่อตัวเขา เป็นการรับรู้ต่อความคาดหวังของครอบครัวที่มีต่อตนเอง และแสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิดต่อตนเองถึงการกระทำเพื่อสะท้อนรับกับความคาดหวังนั้น ดังนี้

“คือ... ผม... พุด..ทุกเรื่องกับแม่ แม่เขาปลูกฝังมาอย่างนี้ด้วย แม่บอกว่า เรื่องอะไร สำคัญ ๆ คอขาดบาดตาย อะไรอย่างนี้ ถ้าเกิดแม่รู้ทีหลัง แม่จะเสียใจมาก บางเรื่องผมเห็นมัน...ถ้าแม่รู้ แม่จะต้องเสียใจ...เก็บไว้ประมาณวันสองวัน ผมก็รู้สึกไม่ค่อยดี...ก็ต้องบอก คิดว่าถ้าเขารู้ทีหลังเขาจะต้องเสียใจมากกว่านี้ ...แทบจะเป็นนิสัยของผมเลย ถ้ามีอะไรก็ต้องบอกคุณแม่ รายงานทุกเรื่องครับ...คืออย่างไรเขาก็เป็นคนที่ยังผมมากที่สุด ให้คำแนะนำทุกอย่าง ตามมาด้วยความห่วงใยทุกอย่าง ไม่มีใครคิด พุดตรง ๆ ว่า ไม่มีใครคิด...กับผมบริสุทธิ์ใจเท่าแม่ คืออย่างไร คำแนะนำทุกอย่างของเขานี้หวังดีกับผม ร้อยเปอร์เซ็นต์อะไรประมาณนี้ ผมก็เข้าใจ”

การที่เขารับรู้ถึงความห่วงใยที่คุณแม่ของเขามีต่อตัวเขาทำให้ตัวเขาได้สร้างแบบของความประพฤติปฏิบัติตนสำหรับตนเองขึ้นมาเป็นบรรทัดฐาน บนพื้นฐานของความเป็นอิสระทางความคิด ความเป็นตัวของตัวเอง เพื่อสะท้อนรับกับความคาดหวังของครอบครัวที่มีต่อตัวเขาได้อย่างกลมกลืนกับหลักของความเป็นเหตุเป็นผล กับความเป็นจริงทางสังคม ดังคำบอกเล่าของนักเรียนผู้นี้ถึงวิถีคิดปฏิบัติตนให้สะท้อนรับกับความรู้สึกของคุณแม่ของเขา ดังนี้

“เข้มงวดใหม่ ไม่เข้มงวดมั้งครับ คืออย่าให้ Spoil ก็พอแล้ว...(หมายความว่า - ผู้วิจัย) อย่าให้เสียเรื่องเรียนครับ คือ ม.ปลายมันก็วัยรุ่นนะครับ มันก็ไปเที่ยวกับเพื่อนข้าง แม่ก็จะโทรตามตลอดเลย...อะไรหกโมงเย็นนี้ยังไม่กลับบ้าน (โทรเข้ามือถือ) ...อย่างนี้... ช่วงหลังผมก็จะโทรไปบอกว่าจะไปไหน แม่ก็เออ...ไม่ค่อยเป็น

ห่วงเท่าไรครับ (คิดว่าเขาจู้จี้กับเราไหม - ผู้วิจัย) อ้อไม่ครับ คือถ้าคิดว่าเขาจู้จี้ผมก็จะคิดต่อไปว่าเขาห่วงผมเรื่องก็จบ ผมจะไม่คิดต่อ คือถ้าคิดว่าเขาห่วง และเขาก็ไม่ได้อยู่กับผมด้วย” (หมายถึงคุณแม่อยู่ต่างจังหวัด แต่นักเรียนผู้นี้เรียนอยู่ที่โรงเรียนมีชื่อแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ - ผู้วิจัย)

การยอมรับว่าความรักความห่วงใยของครอบครัวเป็นสิ่งซึ่งครอบครัวปรารถนาดีต่อตนเองทำให้นักเรียนผู้นี้กลายเป็นคนรู้จักคิด และสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างซับซ้อนและกล้าเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ด้วยหลักแห่งความเป็นเหตุเป็นผล ดังคำตอบของเขาที่ตอบต่อผู้สัมภาษณ์ เมื่อถูกถามถึงแนวคิดเมื่อต้องเผชิญต่อปัญหา ดังนี้

“สงบหรือครับ...ส่วนใหญ่...ไม่ว่าผมคิดหรือไม่คิดผมจะขอโทษแม่ก่อนทุกครั้งครับ เวลาเดียวกันผม...แแต่แม่มากที่สุดแล้วครับ ผมขอโทษทั้ง ๆ ที่แม่บอกว่าแม่ผิดเอง ผมก็บอกเอออะไร...ไม่ผิด ผมผิด ผมผิดอะไรอย่างนี้...กับแม่นี้ ผม...เทิดทูนที่สุดแล้ว คือแม่ทำอะไรให้ผม ผมว่าไม่ผิดหรอกเพราะว่าแม่ห่วงผม ผมคิดแค่นี้แหละครับ...กับแม่นี้ผมจ้อก่อนทุกครั้ง...ผมคิดว่า บางคนอาจจะแข็ง คือกับผม ผมว่าแม่เขาเป็นคนที่มิพระคุณที่สุดในชีวิตของผมครับ ไม่อยากให้เขาเสียใจอะไร ผมก็ต้องทำให้เขาสบายใจด้วย เขาทะเลาะกับผม อย่างไม่สบายใจ ผมว่ายิ่งหนักกว่าผมอีก คือยิ่งเครียดกว่าผมอีก ผมต้องรีบทำให้เขาสบายใจ”

ความเป็นเหตุเป็นผล สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นตัวตนแห่งตนเอง

นอกจากนี้ผลของการอบรมเลี้ยงดู คือการที่นักเรียนอยู่ในครอบครัวที่พ่อแม่หรือเครือญาติที่ใกล้ชิดเป็นผู้ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ในลักษณะของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รวมทั้งใช้วิธีการชี้แนะแนวทาง การให้ข้อมูล หรือการวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ ข้อดีข้อเสียให้เด็กได้รับรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดตัดสินใจด้วยตนเอง พฤติกรรมการอบรมเลี้ยงดูของครอบครัวดังกล่าวทำให้เด็กเกิดความรู้สึกอบอุ่นมั่นคงในชีวิต สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง เพราะเชื่อว่าสิ่งที่คิดตัดสินใจนั้นอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล บนพื้นฐานของความอบอุ่นมั่นคง และบนหลักแห่งเหตุและผล

นอกจากนี้ในการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคม บนพื้นฐานของกฎกติกาของการใช้ชีวิตร่วมกัน โดยเฉพาะครอบครัวย่อมต้องมีความคาดหวังของครอบครัว ดังนั้นการควบคุมให้สมาชิกภายในครอบครัวประพฤติปฏิบัติตนให้บรรลุถึงซึ่งความคาดหวังของครอบครัวได้นั้น จำเป็นต้องมีมาตรการการควบคุม จากการที่ครอบครัวสร้างสรรค์บรรยากาศที่ดีที่อบอุ่น ไม่นิยมการใช้อำนาจ แต่ใช้การอธิบายด้วยเหตุด้วยผล ใช้การว่ากล่าว ตักเตือนชี้ให้เห็นถูกผิด รู้ผิด รู้ชอบ จนเด็กมีพื้นฐานของการควบคุมอารมณ์ สามารถคิดได้เอง ซึ่งการลงโทษจะลดได้เองเมื่อเด็กโตขึ้น นั่นคือสามารถใช้การว่ากล่าวตักเตือนเพื่อชี้ถูกชี้ผิดให้ยอมรับ

การใช้วิธีพูดคุยด้วยเหตุด้วยผล ทำให้นักเรียนกลายเป็นคนที่ชอบความเป็นเหตุเป็นผล และมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงสร้างความเป็นตัวตนแห่งตนเอง ดังเช่นกรณีที่นักเรียนผู้นี้ได้เล่าถึงความรู้สึกของตนต่อเหตุการณ์การตอบโจทย์ปัญหาภาษาไทย ด้วยเขาเกิดความรู้สึกว่า ตามหลักของความเป็นเหตุเป็นผลไม่น่าจะใช้คำตอบเช่นนั้น ทำให้เขานำปัญหาคงกล่าวไปสนทนาโต้แย้งขอคำอธิบายกับอาจารย์ผู้สอน แต่ในที่สุดเขาก็ยอมรับความคิดเห็นของอาจารย์ เมื่ออาจารย์แสดงเหตุผลที่เขาพิจารณาแล้วเห็นว่าสามารถยอมรับได้ ดังนี้

“สำหรับบางวิชามันมีความไม่แน่ใจ (กรณีภาษาไทย)...เอ๊ะ มันก็มีส่วนถูกนะตรงนี้ แต่บางที อ้าว! ทำไมผิดละ ก็... คือ ก็เพราะว่าตรงนี้อะไรอย่างนี้...มันเป็นความเห็นมากกว่า มันเป็นความคิดเห็น มันไม่ได้เป็นความจริง คือมันเป็นเหตุผลส่วนตัว ... ไม่ได้เป็นเหตุผลจริง ๆ (หมายถึงเหตุผลที่เป็นความจริงแท้ - ผู้วิจัย) (เคย

ไปได้แย้งกับเขาใหม่ - ผู้วิจัย) เขา (อาจารย์) ก็แบบว่า... เขาบอกว่า เพราะว่า...มันถูกไม่หมด ...ตรงนี้มีมันสมบูรณ์กว่า Complete กว่า อะไรนี้ ...กว่า มันครอบคลุม...ก็รับได้(หมายถึงนักเรียนเกิดความรู้สึก ที่ยอมรับฟังได้ - ผู้วิจัย)”

3 โลกของฟิสิกส์...คือโลกของธรรมชาติที่เป็นจริง

ลำดับขั้นของการเจรจาต่อรองกับตนเองของนักเรียน อันเป็นขั้นตอนต่อเนื่องของกระบวนการตัดสินใจ เกิดจากการที่นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน และนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต ชีวิตในวัยเด็กจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งบอกต่อผู้สัมภาษณ์ว่า ในวิถีชีวิตทางการเรียนของเขานั้น “สนใจคณิตศาสตร์อย่างเดียว”

ผลจากการศึกษาวิถีชีวิตทางการเรียนของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า ในช่วงระดับประถมศึกษา นั้นนักเรียนเหล่านี้จะมีวิถีชีวิตทางการเรียนผูกพันอยู่กับการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ และประสบผลสำเร็จทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับแนวหน้าของโรงเรียน ในส่วนของวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะให้ความสนใจในลักษณะของการสร้างสรรค์จินตนาการและสนองตอบต่อคุณลักษณะของความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นคุณลักษณะพื้นฐานของความเป็นมนุษย์ ดังเช่น “นักเรียนผู้หนึ่ง ได้บอกถึงความรู้สึกของตนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

“ตอนนั้นเป็นเด็ก ก็เลขชอบอะไรที่มันแปลก ๆ...แปลก ๆ ไว้ก่อน ชอบวิทยาศาสตร์ดู ๆ มันเป็นเรื่องที่มีอะไรไม่รู้เยอะ”

แต่เมื่อนักเรียน เรียนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามโครงสร้างหลักสูตรของ สสวท. ที่ใช้อยู่ นั้นนักเรียนกลุ่มนี้จะเริ่มให้ความสนใจกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเหล่านี้มีความคิดเห็นร่วมกันถึงสาเหตุที่ทำให้ความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก็เพราะว่า นักเรียนเกิดการรับรู้ว่าคุณลักษณะของเนื้อหาวิชาที่กำลังเรียนอยู่นั้นมีแนวคิดคล้ายกับวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกง่ายต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่ง ได้เล่าถึงความรู้สึกที่ตนมีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

“ที่ชอบจริง ๆ คือ วิทยาศาสตร์ ม.3 เริ่มชอบ ...จะเริ่มมีคำนวณนะครับ ก็จะเทียบลักษณะใกล้เคียงกับฟิสิกส์ ไม่ใช่เป็นท่องจำ ต่างจาก ม.1 ม.2 มันจะเป็นท่องจำไม่ชอบ ไม่ค่อยเป็นเหตุเป็นผลเท่าไร”

ซึ่งเมื่อผู้วิจัยศึกษาโครงสร้างของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าจะมีเนื้อหาวิชาเกี่ยวข้องกับพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ ลักษณะของเนื้อหาที่เรียนจะมีส่วนคล้ายกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คือการแสวงหาเหตุผลเชิงตรรกะ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งบอกว่า

“...ค่อนข้างคล้ายกันกับคณิตศาสตร์คือในลักษณะความจำบ้าง...ตอน ม.3 เราอาจจะรู้แต่คือว่า ...ถ้าเราขึ้นไปความสูงถึงระดับหนึ่งความดันบรรยากาศมันจะต้องลดลง...แต่เราไม่รู้ว่าจะทำไม...ไม่รู้ว่าเหตุผลที่มันลดเพราะอะไร ทำไมมันถึงต้องลดด้วยอัตราเท่านั้นไม่รู้”

การเริ่มเข้าสู่แนวคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์ของวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้กระตุ้นให้นักเรียนเริ่มชอบและสนใจแนวคิดในการศึกษาและแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจัดการเรียนการสอนแยกออกเป็นสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมีและชีววิทยา ด้วยพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีทำให้นักเรียนเหล่านี้พบว่า วิชาฟิสิกส์

เป็นวิชาที่น่าสนใจที่สุด เพราะใช้หลักของความเป็นเหตุเป็นผลในการอธิบายทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่ง ได้แสดงความรู้สึกรู้สึกต่อวิชาฟิสิกส์ ดังนี้

“ฟิสิกส์น่าสนใจที่สุด คือว่ามันเป็น...ปรากฏการณ์ธรรมชาติ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเหตุเป็นผลมากที่สุด”

ฟิสิกส์...จากจินตนาการสู่รูปธรรม...สภาพชีวิตที่เป็นจริง

ด้วยความคุ้นชินกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อแรกสัมผัสกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนเริ่มสนใจเนื่องจากความเป็นเหตุเป็นผล สามารถใช้กระบวนการคิดช่วยในการแก้ปัญหา ทั้งยังไม่ต้องใช้การท่องจำมากนัก สามารถใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดในการทำความเข้าใจ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งกล่าวถึงวิชาฟิสิกส์ และสมการที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ปรากฏในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ดังนี้

“คือ...เรารู้ความเป็นมาของมันด้วย ไม่ใช่แค่รู้ว่ามันเป็นอะไร”

การที่พื้นฐานของการแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ ต้องอาศัยการลำดับความคิดที่ได้จากการใช้เหตุผลสรุปมาเป็นกฎหรือทฤษฎี ประกอบกับการใช้หลักฐานข้อมูลช่วยในการยืนยันความเป็นจริง เป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับนักเรียนที่จะเรียนรู้ หมายถึงการนำกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการพิสูจน์หรือแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความรู้อย่างชอบและสนุกกับการเรียนวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งนักเรียนเหล่านี้เกิดการรับรู้วิชาฟิสิกส์เป็นการนำความเป็นนามธรรมทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่การทำทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงความรู้สึกรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ดังนี้

“กระบวนการคิดส่วนใหญ่มันก็คล้าย ๆ กันครับ เป็นวิชาที่มีเหตุผลยึดความเข้าใจ ...แทบไม่ต้องท่องอะไรเลย คิดอย่างเดียว...ผมว่า...บางครั้ง...ฟิสิกส์...ผมหยิบเลขมาทำ (หมายถึงเวลาเข้าค่ายฟิสิกส์ฯ นักเรียนคนดังกล่าวได้ทดลองนำปัญหาที่เรียนในค่ายคณิตศาสตร์ฯ มาแก้ปัญหาคู - ผู้วิจัย)...ก็ได้ความรู้สึกรู้สึกไปทางเดียวกัน...คือ...มีที่มา...เหตุผลอธิบาย...มีการพิสูจน์ ...ก็รู้สึกสนุกเป็นความรู้สึกอีกแบบหนึ่งทางคณิตศาสตร์ คือคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะเป็นนามธรรม...ฟิสิกส์จะเป็นรูปธรรมมากกว่า เพราะเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา จะมองเห็นสภาพในชีวิตประจำวัน ได้มากกว่า คืออย่างคณิตศาสตร์บางอย่างเราก็ไม่รู้ว่าเป็นอะไร จำนวนเชิงซ้อนนี่อะไรนี่ก็ไม่ออก แต่ถามว่าคลื่นนี่คืออะไรเราจะนึกภาพออก”

ก้าวเข้าสู่ฟิสิกส์...คือการก้าวเข้าสู่อาชีพ

ปฏิสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดขั้นตอนการเจรจาต่อรองกับตนเองประการหนึ่ง ที่พบจากกรณีศึกษา คือ จากเป้าหมายสูงสุดของความคาดหวังของครอบครัวคือการเกื้อหนุนให้ลูก ๆ ประสบความสำเร็จในการประกอบสัมมาอาชีพ สามารถทำมาหาเลี้ยงชีพด้วยตนเอง เช่นกันกับการเรียน อันเป็นทักษะพื้นฐาน หรือบันไดก้าวเข้าสู่อาชีพที่ตนปรารถนา ดังเช่นครอบครัวของนักเรียนผู้หนึ่งที่เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากนักเรียนผู้นี้ได้รับการปลูกฝังให้มีนิสัยรักการอ่าน และได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์มาตั้งแต่วัยเด็ก ทำให้เขาชอบคณิตศาสตร์ ร่วมกับมีแนวคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในวิถีชีวิต โดยชอบการพิสูจน์เพื่อแสวงหาเหตุผลในการอธิบายทำความเข้าใจ แต่ในขณะที่เดียวกันก็เกิดข้อขัดแย้งระหว่างนักเรียนผู้นี้กับคุณพ่อของเขาที่ปรารถนาให้เขาเรียนหมอ ดังที่นักเรียนผู้นี้ได้เล่าถึงความขัดแย้งทางความคิดระหว่างเขากับคุณพ่อของเขา ดังนี้

“ที่ประมาณตอน ม.1 ม.2 ตอนนั้นคุณพ่อก็จะเกลี้ยกล่อมเราเรื่อยมา อยากให้เป็นหมอ เพราะว่าตอนนั้นจะมีค่ามัธยมครบ เด็กเก่งเรียนหมอ ...แล้ว... แกก็จะพูดอะไรหลายอย่างมาก่อน บอกว่า ลูกอย่าเรียนเลย Math จบมาแล้วก็อาจารย์อย่างเดียวจะทำอะไรกิน... โอโฮ...อาชีพคณิตศาสตร์ตอนนั้นตามสายคาถาคนข้างนอกมันแถมมาก แล้วเขาก็ถามผมว่า “พิสูจน์” คืออะไรหรอ เขาก็ถามผมคำถามหนึ่งที่รุนแรงนะ เขาถามว่าเวลาเรากินข้าวเราต้องรู้จักปลุกข้าวหรอ ก็บอก ก็เช่นเดียวกันเรามีทฤษฎีเราก็กู้ เราต้องไปพิสูจน์มันด้วยหรอ เขาก็พูดอย่างนี้ ... ตอนนั้นผมก็มีความรู้สึก Anti (ต่อต้าน) แกเล็ก ๆ นะว่า พูดยอะไรก็ไม่รู้ ...แต่แกอยากให้เราเป็นหมอ แล้วถามเราชอบหมอหรอ เราไม่ชอบ มันต้องตรวจคนไข้ เราเห็นแค่สภาพแบบนั้น แล้วผมเคยไปนะครับ ไปโรงพยาบาล...(ชื่อ โรงพยาบาล)... ตอนนั้นผมไปรักษา ...ผมเมื่อสภาพโรงพยาบาล คือเห็นโรงพยาบาลแล้ว โอโฮ คนรอบข้างที่นั่งกับเรา สภาพนี่คือป่วยทั้งนั้นเลย ...ความรู้สึกให้เราไปนั่งตรงนั้น ...แล้วเราต้องตรวจโรคอย่างนั้นนะ”

ความรู้สึกที่แสดงถึงการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อการวางทักษะพื้นฐานทางการเรียนคือการก้าวเข้าสู่สู่อาชีพ แต่ความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในความคิดทำให้นักเรียนเริ่มหาทางออก กระบวนการคิดเจรจาต่อรองกับตนเองเพื่อสร้างทางเลือก อันเนื่องมาจากความปรารถนากระทำการตามที่ตนเองคาดหวัง และที่สังคม (หมายถึงคุณพ่อ) คาดหวัง ก่อให้เกิดความสับสนทางความคิด ซึ่งในที่สุดด้วยลักษณะของครอบครัวประชาธิปไตย ที่มีการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูล และในขณะเดียวกันนักเรียนผู้นี้เริ่มมีความรู้สึกชอบฟิสิกส์

“มีความรู้สึกว่าคุณคณิตศาสตร์นี่มันเป็นยากจังเลย ...เรารู้สึกว่าเราอาจจะต้องเปลี่ยน ลองเปลี่ยนไปเรียนฟิสิกส์ดูสิ พอ ม.2 ก็ช่วงตรงกลางปลาย ๆ แล้ว ...คุณพ่อก็บอกเราว่า จริง ๆ แล้วอาชีพนี้หางานทำยาก เมืองไทยเราไม่เหมือนเมืองนอก ไม่ใช่เหมือนสหรัฐอเมริกาที่มีการสนับสนุนการวิจัยแบบเป็นรูปเป็นร่าง เพราะคุณพ่อไม่ใช่ไม่รู้จุกกับเด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ แล้วเด็กพวกนั้นก็ทำอะไร เด็กพวกนั้นก็จบมาก็ขายประกัน เพื่อนคุณพ่อที่เรียนคณะวิทยาศาสตร์...(ชื่อมหาวิทยาลัย)...มาด้วยกัน ขายประกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 คุณพ่อบอกแบบนี้ ในเมื่อเป็นอย่างนี้ เราก็เริ่มเปลี่ยนตัวเองว่าเราอยากเป็นหมอนะ ...(คิดนานไหม - ผู้วิจัย) ก็นานครับ ตอนนั้นไม่ชอบ จริง ๆ มีความรู้สึกว่าคุณพ่อไม่เหมือนกับนักชีว (หมายถึงนักชีววิทยา - ผู้วิจัย) หมอคือรักษาคณะ ชีวะคืออยู่ห้อง lab (หมายถึงห้องปฏิบัติการ - ผู้วิจัย) อยากให้หมอเป็นอาชีพนั่งห้อง lab เราจะได้เป็นหมอ เราไม่ขัดกับคุณพ่อด้วย และเป็นอย่างที่เรอยาก (หมายถึงเป็นในสิ่งที่ชอบ คือชอบกระบวนการคิด - ผู้วิจัย)”

และด้วยพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีทำให้นักเรียนผู้นี้เริ่มให้ความสนใจต่อวิชาฟิสิกส์เมื่อเรียนเข้าสู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนผู้นี้ได้ทดลองสอบรับทุนเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโครงการของ พสวท.ผลปรากฏว่า นักเรียนสอบผ่าน และด้วยพื้นฐานของครอบครัวที่ให้อิสระทางความคิด และการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลทำให้นักเรียนตัดสินใจเลือกประกอบอาชีพนักวิทยาศาสตร์ในที่สุด โดยสมัครเข้ารับทุนตามโครงการ พสวท. ทำให้นักเรียนผู้นี้ก้าวไปได้ตามความใฝ่ฝัน ดังที่นักเรียนผู้นี้ ได้เล่าถึงขั้นตอนในช่วงที่เกิดการเจรจาต่อรองกับตนเอง ดังนี้

“ช่วงนั้นก็ในช่วง ม.3 ผมก็ศึกษาข้อมูล แต่ระหว่างนี้ผมก็เรียนฟิสิกส์ไปด้วย (หมายถึงศึกษาด้วยตนเอง และกอบรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีโครงสร้างเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ และนักเรียนผู้นี้สนใจแสวงหาความรู้เพิ่มเติมด้วยการอ่านหนังสือ - ผู้วิจัย) “ผมก็ชอบ” แต่ฟิสิกส์เป็นวิชายากมาก ๆ บางที่ต้องเรียน Calculus ให้แตกฉานก่อนถึงจะเรียนได้ (เป็นความรู้สึกที่เกิดจาก

การรับรู้ของนักเรียนเอง - ผู้วิจัย) ตอนนั้นมันก็เริ่มมีโครงการ พสวท. มารับสมัครที่โรงเรียน อาจารย์ก็ถามจะไปสอบไหม ก็ช่วงนั้นผมก็เป็นคนเรียนดีนะครับ ก็ลองไปสอบครับ คิดชื่อเขียน อาจารย์ที่โรงเรียนเขาก็พูด ...รุ่นที่ไม่มีใครเข้าหรอกโครงการนี้ วิทยาศาสตร์ไม่มีใครเข้าหรอก มีแต่คนอยากเรียนหมอ เรียนวิศวะกัน ...ถามว่าเด็กที่เรียนคณะวิทยาศาสตร์ กับเด็กที่เรียนคณะแพทย์ วิศวะ คิริขของความเหนือกว่า มันเหนือกว่าเยอะ เพราะฉะนั้นเราต้องตั้งใจมากเลยตอนนั้น (กว่าที่จะตัดสินใจเลือกรับทุนในโครงการ พสวท. - ผู้วิจัย) ...แล้วก็บอกพ่อว่าชอบวิทยาศาสตร์ไม่ได้ชอบหมอหรือ พ่อก็ให้ถามคนที่เรียนหมอ ...มีญาติเป็นหมออยู่ที่ (ชื่อโรงพยาบาล) กำลังทำเฉพาะทาง (หมายถึงอยู่ระหว่างการศึกษาคือในหลักสูตรแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง - ผู้วิจัย) เขาบรรยายความคับแค้น... ว่า หมอ...ไม่คียังไง หมอเจอความลำบาก... ผมถามคำถามหนึ่งคำถามสุดท้ายว่า ถ้าให้พี่เลือกใหม่ที่จะเลือกเรียนอะไร เขาตอบว่าวิทยาศาสตร์ ทันทีเลยครับเย็นวันนั้น ผมตอบรับ (หมายถึงตอบรับเข้าโครงการ พสวท. - ผู้วิจัย) ...คุยกับพี่คนนี้ คุณพ่อก็ได้ยินด้วยตอนนั้นเปิดโทรศัพท์เลย ก็นั่งคุยแบบเป็นที่ประจักษ์ครับ มีคุณพ่อ คุณแม่ น้องมีหมดเลยว่าจะเอาอย่างไร”

หรือจากการศึกษาวิถีชีวิตของนักเรียนอีกผู้หนึ่ง ซึ่งมีความคิดต่ออาชีพที่ตนปรารถนา ดังนี้ “ผมยังเคยแอบคิดว่าจะไปเรียนหมอ” ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนผู้นี้เกิดความรู้สึกเช่นนั้นเพราะเห็นว่า อาชีพหมอเป็นอาชีพที่มีเกียรติในสังคม และมีช่องทางหาเงินสร้างรายได้ ได้มาก ดังที่เขาให้ความเห็นไว้ ดังนี้ “คือเห็นว่าหมอ...หาเงินได้ดี...มีเกียรติด้วย...ก็หุหุหาคี” แต่เมื่อผ่านกระบวนการคิดต่อตรงกับตนเองแล้ว ทำให้นักเรียนผู้นี้พบว่า ด้วยพื้นฐานทางด้านชีววิทยาของตนแม้จะมีคะแนนสูง แต่ทักษะและกระบวนการคิดทางด้านชีววิทยาของตนไม่เข้มแข็งพอ ในขณะที่เดียวกันหากตัดสินใจเรียนหมอ พื้นฐานวิชาหลักที่ตนเองมีความถนัดสูง นั่นคือ คณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ก็จะไม่ได้ถูกนำมาใช้ ทำให้นักเรียนผู้นี้ตัดสินใจสอบเข้าเรียนต่อในสาขาวิชาที่ใช้วิชาฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ดังที่เขาเล่าให้ผู้สัมภาษณ์รับฟัง ดังนี้

“แต่คิดไปคิดมา คือ พื้นฐาน...ผมเรียนแล้วผมลืม ...ถ้าไปเรียนหมอ...ต้องมีพื้นฐานดีเหมือนกันก็เลยไม่เอาดีกว่า คือ ชีวะในโรงเรียนคะแนนก็...ผ่านสบายทุกปีครับ ...แต่ว่าคิดไปคิดมาสุดท้ายเรียนเลขกับฟิสิกส์มาตั้งนาน ไปเรียนหมอ คือ มันต้องทิ้ง เลขไม่เอา ...สุดท้ายเรียนมาตั้งนาน เกือบ ๆ 12 ปี รวม ป. 5 ป. 6 เลข 8 ปี ฟิสิกส์ก็ประมาณ 3 - 4 ปี หายไปในพริบตา ...และมันเป็นจุดเด่นของเราด้วย”

4 มองฟิสิกส์...คือการมองไปสู่อนาคต

ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการตัดสินใจพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน หลังจากที่นักเรียนได้ผ่านพ้นขั้นตอนของการเจรจาต่อรองกับตนเองและสังคมแล้วนักเรียนเกิดการยอมรับว่า ฟิสิกส์คือวิถีชีวิตที่ตนปรารถนา นักเรียนจะพัฒนาตนเข้าสู่โลกของฟิสิกส์และกำหนดรู้ว่าหากปรารถนาให้ตนประสบความสำเร็จทางฟิสิกส์อย่างแท้จริงนั้นควรปฏิบัติตนอย่างไร (Action)

เรียนฟิสิกส์...ต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี

จากบทสัมภาษณ์ที่ได้จากการศึกษา ทำให้ทราบว่านักเรียนรับรู้ถึงความเกี่ยวพันระหว่างวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่ศึกษาจะมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน ดังนี้

ผู้สัมภาษณ์ : แล้วน้องคิดว่าประสบความสำเร็จทางฟิสิกส์เพราะอะไร

นักเรียน : เป็นเพราะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งเลยที่แบบคนไม่ค่อยรู้เรื่องฟิสิกส์ในการ

เรียน ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ค่อยดี เป็นผลพิลึกตาคามา คือไม่ได้หมายความว่า คนที่เก่งคณิตศาสตร์ทุกคนจะเก่งพิลึกด้วย แต่หมายความว่า ถ้าเรียนพิลึกโดยมีพื้นฐานคณิตศาสตร์จะเรียนได้ดีกว่า

ผู้สัมภาษณ์ : ทำไมเป็นอย่างนั้น

นักเรียน : คือคนที่มีปัญหา จะมีปัญหากับตัวคณิตศาสตร์ จากประสบการณ์ที่เพื่อนเขามาถามนะ จะเป็นเรื่องที่ใช้คณิตศาสตร์เยอะ อย่างการแก้สมการธรรมดา เขาก็ไม่ได้ อย่างเรขาคณิตไม่รู้เรื่อง เพราะตอน ม.ต้น ไม่มีพื้นฐาน

ในการเรียนพิลึกแต่ละเรื่องนั้นต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหลาย ๆ เรื่อง มาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จทางพิลึกนั้นพบว่าจะต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี และจากการศึกษายังพบว่า ลักษณะของการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนของไทยยังขาดความสัมพันธ์กันระหว่างคณิตศาสตร์กับพิลึก ดังที่ขณะที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงไว้ ดังนี้

“มันเหมือนมีคณิตศาสตร์ไม่ใช่พิลึกอย่างเดียว เราต้องเจียดเวลาส่วนหนึ่งมาเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อมาใช้แก้ปัญหาทางพิลึก ซึ่งคณิตศาสตร์ยังไม่ได้เรียนมาเลย”

คิดจะเก่งพิลึก ต้องเก่งกระบวนการคิดเชิงเหตุผล

สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จทางการเรียนพิลึก คือกระบวนการคิดเชิงเหตุผลที่ซับซ้อน หากนักเรียนขาดพัฒนาการด้านกระบวนการคิดดังกล่าว โอกาสประสบผลสำเร็จทางการเรียนพิลึกจะเป็นไปได้ยากดังที่นักเรียนผู้ให้สัมภาษณ์บอกไว้ ดังนี้

“เพราะว่าพิลึกเป็นวิชาที่ใช้ความคิด แต่ระบบการสอนของเราไม่เป็นการคิด เพราะเด็กเรียนตามทีสอน เด็กเกิดการลอกเลียนแบบมากกว่าการคิด ดังนั้นการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการคิดจึงมีความสำคัญยิ่ง พิลึกเป็นเรื่องที่อธิบายให้เข้าใจได้ยาก อธิบายอย่างไรให้เข้าใจพิลึก...ยากมาก เพราะมันจะต้องอธิบายหลาย ๆ จุดประกอบกัน”

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่า การทำความเข้าใจในวิชาพิลึกจะต้องมีความรอบรู้ในหลาย ๆ ด้าน ต้องเป็นบุคคลที่ได้รับการพัฒนากระบวนการคิดที่ซับซ้อน ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงข้อคิดเห็นต่อวิชาพิลึก และเพื่อน ๆ ของเขาที่เรียนพิลึกด้วยกัน ดังนี้

“ทฤษฎีพิลึกมีไม่มากแต่อยู่กับการขยายผลมากกว่า บางทีเขาก็ขยายผลไม่ได้ เขาจะทำตรง ๆ ...เขาคิดว่าคิดคณิตศาสตร์ไม่ได้ เขาไม่รู้พิลึกจริง ๆ เขารู้แบบท่องจำ แบบว่า ข้อนี้แก้ปัญหาอย่างนี้ เขาไม่ได้รู้ว่าทำไมใช้วิธีนี้แก้ปัญหา”

ซึ่งจากปัญหาดังกล่าว “มีนักเรียนผู้หนึ่ง” ได้เสนอแนวทางสู่ความสำเร็จทางการเรียนพิลึกที่ตนได้รับอยู่ในปัจจุบัน เพราะได้ผ่านการฝึกฝนกระบวนการคิดการแก้ปัญหา โจทย์ทางพิลึกประกอบกับการได้ทำบทปฏิบัติการทางพิลึกควบคู่กัน

“ทั้งสองอย่างควบคู่กันไป เพราะบางอย่างมันเชื่อมกันทางทฤษฎี บางทีทำในทางปฏิบัติทำจริงก็รู้มันเป็นอย่างไร มันเกิดขึ้นจริง ธรรมชาติมันน่าจะเป็นอย่างไร”

และ “นักเรียนผู้หนึ่ง” ได้สรุปกระบวนการคิดที่ทำให้ประสบผลสำเร็จทางการเรียนพิลึกไว้ดังนี้

“เป็นการใช้กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลซึ่งเป็นการคิดแบบคณิตศาสตร์ (นั่นคือการได้ฝึกฝน และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อันเป็นการพัฒนากระบวนการคิดเชิงเหตุผลนั่นเอง – ผู้วิจัย)

ฟิสิกส์เหมือนคณิตศาสตร์...เป็นการใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจ

ขั้นตอนสุดท้ายของการปฏิบัติตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์อีกประการ คือ การที่นักเรียนสามารถก้าวอย่างหลุดจากโลกแห่งจินตนาการเชิงนามธรรมที่เป็นคณิตศาสตร์อันเกิดจากจินตนาการในวัยเด็ก เข้าสู่โลกแห่งความเป็นจริงตามธรรมชาติทางฟิสิกส์ได้นั้น คือ การทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติและการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยการนำสมการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการศึกษาแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ รวมทั้งสามารถใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการสร้างกฎสำหรับใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมทั้งจากธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ที่มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้กระบวนการคิดในการศึกษาทำความเข้าใจได้ด้วยหลักของเหตุผล ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรักชอบและสนุกที่จะเรียนรู้ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งพูดถึงความสัมพันธ์ของวิชาทั้งสองในความรู้สึกรักของตน ดังนี้

“คือมันเป็นเหตุเป็นผล เช่นเดียวกับคณิตศาสตร์ ไม่ต้องอาศัยการท่องจำ ไม่ค่อยชอบ (หมายถึงนักเรียนเกิดการรับรู้ว่าจะไม่ชอบวิชาที่ใช้หลักการท่องจำ - ผู้วิจัย) ...มันสนุกกว่าสำหรับฟิสิกส์”

สรุปกระบวนการพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์

ผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบริบทแวดล้อมสังคม ได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการตีความ ให้ความหมายต่อตนเอง อันเป็นการปฏิสังสรรค์ต่อตนเอง ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ ก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือการกลายมาเป็นนักฟิสิกส์ ดังที่ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ขั้นตอน นั่นคือ

ขั้นตอนแรก เป็นการปฏิสังสรรค์กับตนเอง โดยการที่นักเรียนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ มาประพาศปฏิบัติในวิถีชีวิต

ขั้นตอนที่สอง เป็นการกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการปฏิบัติ โดยนักเรียนยอมรับแนวคิดแห่งความเป็นเหตุเป็นผล เป็นโลกแห่งความเป็นจริง

ขั้นตอนที่สาม เป็นการต่อรองกับตนเองและสังคม อันเกิดจากการที่นักเรียนยอมรับความสอดคล้องต้องกันของวิถีทางแห่งฟิสิกส์เป็นธรรมชาติที่เป็นจริงกับแนวคิดในการดำเนินชีวิตของนักเรียนเอง

ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการปฏิบัติตนตามแนวคิดที่นักเรียนพัฒนาความเป็นตัวตนขึ้นมา คือการมุ่งมั่นสู่ความสำเร็จของการเป็นนักฟิสิกส์

บทที่ 6

โลกของความเป็นนักฟิสิกส์

ผลสุดท้ายของกระบวนการพัฒนาตนตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ คือ การที่นักเรียนมีความเป็นนักฟิสิกส์หรือกลายเป็นนักฟิสิกส์นั่นเอง ดังนั้นในบทนี้ เป็นการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน อันเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนกับภาวะเงื่อนไขแวดล้อมสังคม ก่อให้เกิดการปฏิสังสรรค์กับตนเองของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนก้าวเข้าสู่ความเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ และดำรงตนอยู่ในโลกแห่งความเป็นนักฟิสิกส์นั่นเอง

สำหรับการศึกษาในบทนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ตามรูปแบบ หรือแบบแผนของความเป็นนักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ดังนี้ คือ

1. ความเชื่อ
2. ระบบความคิด
3. คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพ

1. ความเชื่อ

“ความเชื่อ” เป็นความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่ผ่านกระบวนการหล่อหลอมพัฒนาขึ้น เป็นตัวตนหนึ่งที่สำคัญของนักเรียน ความเชื่อเป็นระบบความคิดที่สำคัญ หากบุคคลมีความเชื่อต่อสิ่งใดแล้ว ย่อมทำให้นบุคคลแสดงพฤติกรรมเป็นไปตามความเชื่อนั้น ความเชื่อที่เป็นตัวตนของนักเรียนที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ ที่ได้จากการศึกษา คือ

ยอมรับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีเหตุผลใหม่มาสนับสนุน

รูปแบบของความเชื่อประการหนึ่งที่พบ เป็นคุณลักษณะที่สอดคล้องกันของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา คือการที่นักเรียนสามารถยอมรับได้เมื่อต้องเปลี่ยนแปลงแนวคิดต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หากมีเหตุผลใหม่เข้ามาสนับสนุน อันเป็นผลมาจากการขยายขอบเขตขององค์ความรู้ที่มีอยู่ ทำให้มีการค้นพบเหตุผลใหม่หรือคำอธิบายใหม่ ดังนั้นแนวคิดเดิมเหตุผลเดิมอันเกิดจากองค์ความรู้เดิมก็ถูกกลบไล่งไป เป็นการขยายทำความเข้าใจปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ใ้กว้างไกลยิ่งขึ้น ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งได้แสดงความเห็นของตน ดังนี้

“ผมคิดว่ายิ่งเรียน ไป...ก็ยิ่งรู้...เหตุผลก็ต้องมี เหตุผลมันก็ต้องมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำไม...ไม่เป็นอย่างนั้น มันเป็นอย่างนี้...ก็ทำความเข้าใจกับเหตุผลแล้วก็ยอมรับได้ ...ก็คือ...พอเจอเหตุผลใหม่ ...พอเจอทฤษฎีใหม่ที่มีเหตุผลเข้าทำกว่าของเดิม อันเก่าก็กลบไล่งไปแบบนี้ครับ ...ยกเลิก ไม่ซ้ำกัน”

การแก้ปัญหาโจทย์ และการทำปฏิบัติการ...เป็นการขยายขอบเขตของการศึกษาทางทฤษฎี

ผลของการศึกษาพบรูปแบบความเชื่อของกลุ่มนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา อีกประการ คือ นักเรียนเหล่านี้สนใจการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ที่มีลักษณะสอดคล้องกับปรากฏการณ์ หรือสามารถเกิดขึ้นได้จริงในธรรมชาติด้วยการทำปฏิบัติการ โดยเชื่อว่าเป็นการทำความเข้าใจในทฤษฎี และขยายขอบเขตของการศึกษาทาง

ทฤษฎีให้กว้างไกลยิ่งขึ้น คั้งที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงทัศนะต่อความสำคัญของการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์กับการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์ที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ดังนี้

“คิดว่าสำคัญมาก คือ เข้าใจนี้จากการทำโจทย์...คือ ถ้าเรารู้ว่า ยกตัวอย่าง $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ แรงเท่ากับมวลคูณความเร่ง เรารู้แค่นี้ เรารู้ความสัมพันธ์กันนี้ ระหว่างมวล ระหว่างแรง ระหว่างความเร่ง เราอาจจะไม่เข้าใจจริง ๆ ว่า มันเกิดความสัมพันธ์ยังไง เราก็ต้องทำโจทย์ ... ทั้งสองอย่างควบคู่กันไป เพราะบางอย่าง...เชื่อมกันทางทฤษฎี เวลาทำโจทย์... ได้ทางทฤษฎี บางทีถ้าทำในทางปฏิบัติ ทำจริงก็รู้มันเป็นอย่างไร ...เกิดขึ้นจริงธรรมชาติ...น่าจะเป็นอย่างไร”

ฟิสิกส์...คือการรู้จักปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจ

เป็นรูปแบบความเชื่อร่วมที่พบใน โลกของความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เป็นความเชื่อต่อความสำเร็จในการศึกษาฟิสิกส์ คือการรู้จักและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น หมายถึงผู้ศึกษาฟิสิกส์ต้องศึกษาถึงลักษณะการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ว่า เกิดขึ้นได้อย่างไร มีเงื่อนไขใดบ้างที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์มาเป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อใช้อธิบายทำความเข้าใจ และทำนายต่อการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ ด้วยกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งนี้ ผลของการศึกษาทำนายเป็นข้อเท็จจริงประการใดนั้นต้องขึ้นอยู่กับผลการพิสูจน์ตรวจสอบหรือผลการทดลองมายืนยัน ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งได้พยายามอธิบายถึงความเชื่อในแนวคิดดังกล่าว ดังนี้

“ความรู้สึกตรงนี้ตอน ม.5 ครบที่ได้ทำมุมเบี่ยงเบน ...เวลาเราศึกษา...พวกปรากฏการณ์อะไรพวกนั้น เพื่อความแม่นยำเราก็เอาคณิตศาสตร์ไป...อธิบาย...ในเชิง...ปริมาณ เชิงตัวเลข...เพราะฉะนั้นมันก็สามารถที่จะวัดได้ว่าอะไรมากกว่า อะไรน้อย เปรียบเทียบได้ด้วยอะไร...ทำไมปริมาณมันถึงเกิดอย่างนี้ ...การอธิบายฟิสิกส์ที่ดีต้องให้เรียนปรากฏการณ์ก่อน ไม่ใช่ด้วยสมการเลย อย่างน้อยเราต้องเข้าใจว่าเกิดอะไรขึ้นกับสถานการณ์นั้น นี่คือการเรียนฟิสิกส์ที่ถูกและคือการทำวิจัยที่ถูกด้วย นี่คือแนวคิดที่ผมค้นพบตอนที่ทำลูกคั้ง การเรียนฟิสิกส์ที่ถูกไม่ใช่สอนสมการ ไม่ใช่การสอนสูตร ...การสอน ม.3 ถึงม.4 เขาสอนด้วยสมการเลย บางที่ยังไม่รู้ด้วยว่า รอกทำงานยังไง เด็กยังไม่เคยเห็นรอกเลย ก็อธิบายเรื่องรอกเดี๋ยวนั้น รอกพวกอะไรไปเรื่อยเลย (หมายถึงครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่นักเรียนผู้นี้ประสบมา อธิบายระบบการทำงานและประสิทธิภาพการทำงานของรอกประเภทต่าง ๆ ด้วยแนวคิดหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนยังไม่รู้เรื่องรอกและระบบการทำงาน ของรอกประเภทต่าง ๆ มาก่อนเลย - ผู้วิจัย) ฟิสิกส์ที่ดีต้องเรียนด้วยปรากฏการณ์ก่อน แล้วเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ให้ได้ก็ต้องมีสมการ คือถ้าเปรียบเทียบคณิตศาสตร์กับอาชีพหมอผินะครับ คณิตศาสตร์ก็คือไม้ไล่ผี คนที่เป็นหมอผินะไม่มีไม้ไล่ผีเป็นไปไม่ได้ ตรงนี้ผมคิดว่ามันควรที่จะเป็นอย่างนั้น คณิตศาสตร์มันก็เป็นเครื่องมืออันหนึ่งของฟิสิกส์ แต่มันไม่ใช่ตัวฟิสิกส์ ...เพราะฉะนั้นในความคิดของผมแล้วเราต้องเห็นปรากฏการณ์ก่อน เห็นก่อนว่ามันเกิดอะไร ...อย่างน้อยต้องจินตภาพให้ออกว่ามันเกิดอะไร แล้วเราถึงค่อยเอาสมการมาจับ ค่อย ๆ ทำมันนะให้มันออกมาตามระเบียบระบบของคณิตศาสตร์...การศึกษาฟิสิกส์ที่ดีต้องมองปรากฏการณ์ ...เราต้องรู้ว่าปรากฏการณ์คืออะไร เกิดขึ้นยังไงทำไมมันถึงเป็นอย่างนั้นนี่คือตัวปรากฏการณ์เราต้องรู้ตรงนี้ก่อน เสร็จแล้วเราใช้แนวคิดทางฟิสิกส์มาจับ ...เราเอาสมการออกมาแล้วก็หาข้อสรุปได้ เราทำนายมันได้ แต่จะจริงไม่จริงต้องขึ้นอยู่กับผลการทดลอง...ผมชอบฟิสิกส์เพราะตรงนี้ มันสามารถทำนายปรากฏการณ์ได้แม่นยำ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ”

2. ระบบความคิด

“ระบบความคิด” เป็นกระบวนการของความคิดที่นักเรียนพัฒนาขึ้นมาใช้ในการแสวงหาความจริงของธรรมชาติ หรือใช้ในการแก้ปัญหา หรืออธิบาย หรือทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งระบบความคิดที่นักเรียนพัฒนาขึ้นเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนเองนั้น จากการศึกษา มีดังนี้

ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

การใช้ระบบความคิดหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายหรือทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในโลกของความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนเหล่านี้ให้ความสนใจกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะเรื่องสมการ ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดของการเชื่อมโยงระหว่างระบบความคิดของตัวแปรในสมการคณิตศาสตร์กับสมมติฐานเชิงปัจจัยของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่งแสดงความเห็นต่อแนวคิดที่ใช้ในการอธิบายทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนี้

“ผมชอบ คือจินตนาการด้วยตัวสมการมากกว่า ผมจะชอบใช้ตัวคณิตศาสตร์...ไปอธิบายปรากฏการณ์ตรงนั้นตรงนี้”

ซึ่งหมายความว่าเขามองปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปของความเกี่ยวพันระหว่างเหตุปัจจัยต่าง ๆ ที่แปรผันกันอยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ และก่อเกิดแนวคิดในการอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์เหล่านั้นด้วยแนวคิดของคณิตศาสตร์

ผลที่ได้จากการศึกษานักเรียนที่พัฒนาตัวตนเข้าสู่โลกของความเป็นนักฟิสิกส์ จะเป็นผู้ที่มีพฤติกรรมประการหนึ่งที่พบคือ เป็นผู้ที่ชอบกระบวนการคิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิธีชีวิตของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่วัยเด็ก และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ดังเช่นนักเรียนผู้หนึ่งบอกความตั้งใจเดิมว่ามีความตั้งใจที่จะประกอบอาชีพเป็นนักคณิตศาสตร์ เพราะชอบแนวคิดในการแสวงหาความรู้ของวิชาคณิตศาสตร์

“เริ่ม...ม. 1 ผมเป็นคนที่ชอบ Pure Math จริง ๆ คือผมอยากจะทำ Math นะครับ ไม่อยากเรียนฟิสิกส์เท่าไรหรอก ...เพราะมองยังไม่เห็นภาพฟิสิกส์ ...วันหนึ่ง ๆ นั่งพิสูจน์ทฤษฎีบท ชอบจริง ๆ ไม่รู้เป็นเพราะอะไร ก็ตอนนั้นเริ่มอ่าน Calculus แล้วครับ ...เอา ตรีโกณ ของ ม. 5 มาทำ”

แต่ด้วยเหตุความขัดแย้งทางความคิดในเรื่องอาชีพ และเมื่อได้เริ่มสัมผัสกับฟิสิกส์อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการอ่านแล้วพบว่ามีความสอดคล้องของแนวคิดในการทำความเข้าใจที่สอดคล้องกันกับวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้เขาหันมาสนใจวิชาฟิสิกส์ โดยให้เหตุผลว่า มีแนวคิดสอดคล้องกับลักษณะนิสัยของตนเอง “คือสนใจทำงานด้านทฤษฎี” นักเรียนจึงได้ให้ความสนใจที่จะศึกษาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการนำแนวคิดหรือกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการศึกษา เพื่อแสวงหาคำอธิบาย ดังลักษณะของงานทางด้านฟิสิกส์ที่นักเรียนผู้หนึ่งให้ความสนใจ ซึ่งเป็นงานด้านฟิสิกส์ทฤษฎี ดังนี้

“ตอนนั้นผมเอาฟิสิกส์ก่อนข้างเต็มตัวแล้วครับ ...และคิดว่าคงถูกกับฟิสิกส์มากกว่า Math นี่กลายเป็นงานอดิเรกไปแล้ว ...เรื่องที่ผมทำ... มันเป็นเรื่องของการแก้สิ่งที่มีอยู่ในหนังสือ Text Book นะครับ ...เรื่องความเบี่ยงเบนของสายลวดดึงบนโลกที่หมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว คือลวดดึงมันไม่ได้วางตัวในแนวตั้งเพราะแกนหมุนของโลก ซึ่งตรงนี้ครับมันมีปัญหา คือหนังสือ Text ทุกเล่มเขียนมุมนี้ไว้หมดเลย และเขียนเหมือนกันทุกเล่มด้วย (ความเชื่อของนักเรียน) ก็เขียนเป็นสมการว่า บนละติจูดคุณสามารถคำนวณได้มุมเท่านี้ ก็เป็นสูตร

เป็นอะไรไป วันนั้นผม โชคดีครับ จับได้ว่า...ค่าความเร่ง g ผมพูดค่า g แล้วกัน มันไม่สม่ำเสมอ ที่ละจุดต่าง ๆ บนผิวโลก แต่ใน...Text เขาว่าเอาไว้ว่า เขาไปคิดในแง่ที่ว่าค่า g ...สม่ำเสมอ เราก็เลยคิดว่า เราจะนำเสนอตรงนี้ออกไปว่า ถ้าเราพิจารณาความไม่สม่ำเสมอของค่า g มันจะส่งผลยังไงต่อมุมความเบี่ยงเบนของสายลูกตุ้มปรากฏสมการสวยมากเลย งามมากเลย... และพบว่าค่าจาก Text คาคเคลื่อนจากค่าที่เราได้ถึงสองเท่า แล้วเรามั่นใจยังไงค่าของเราถูก เราใช้วิธีตรวจใจที่ย้อนกลับได้ ให้มันไปตรงกับผล...(นำค่าตัวแปร ก็คือค่า g แต่ละจุดเอามาเข้ากับสมการของเรา) ...ครับ พอได้แล้วเราก็ได้มุมเบี่ยงเบนออกมา แล้วเราจะรู้ได้ยังไงถูก เพราะเราทดลองไม่ได้ มุมเบี่ยงเบนมันน้อยมากจนแทบหาไม่เจอ เราก็เลยเอาไปตรวจย้อนกลับด้วยคณิตศาสตร์นี่ละครับ ตรวจย้อนกลับแล้วไปเทียบกับผลการทดลอง เชื่อไหมครับว่า รูปร่างของโลกมันมีผลต่อมุมเบี่ยงเบนของสายลูกตุ้มด้วย ก็หมายความว่าถ้ารูปร่างของโลกจากข้อมูลที่มีอยู่ตามหนังสือนี้ แบบเป๊ะ ๆ (หมายถึงมีความแม่นยำถูกต้องตามความเป็นจริง - ผู้วิจัย) นะครับเราสามารถจะตรวจว่ามุมเบี่ยงเบนของเราถูกหรือผิด แน่แน่นอนพอตรวจออกมาจับตรงกับค่ามันเป๊ะ (หมายถึงถูกต้องตรงกัน) เลยครับ ระยะสัมพันธ์สามตำแหน่งเรายังไม่คิดเลย อาจารย์ไม่ทราบรู้จักสมการลาพิซไหมครับ (หันมาถามผู้สัมภาษณ์) ...คือสมการของลาพิซมันเป็นสมการที่ใช้แก้ในระบบเชิงทรงกลม... ที่นี้ถ้าเราเอามาใช้ เราก็เอาค่า g ตามสัมพันธ์ที่มีตามหนังสือฟิสิกส์นี้ใส่เข้ามา มันก็จะมาเป็นค่า g ที่ Very ตามละจุดต่าง ๆ ได้ คือถ้าเราแก้สมการลาพิซ ...เราก็ได้ออกมาเป็นคักซ์โน้มถ่วง ได้คักซ์โน้มถ่วงมาหาได้ค่า g นี้คือมันเป็นเรื่องที่มีรายละเอียดพอสมควร พอได้ค่า g ออกมา เราก็ได้ค่า g ว่า Very ตามละจุดยังไง โดยที่มันจะออกมาเป็นสมการเลยนะครับไม่ใช่ได้มาจากการทดลองตามหนังสือว่า ที่ละจุด 45 เท่าไร 46 เท่าไรไม่ใช่ ...เพราะว่า... สมการของผมค่า g จะออกมายาว ของผมก็โอเคมีความละเอียดมากกว่า เพราะพิจารณาตัวอื่นเข้าไปด้วย”

สร้างความเข้าใจด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบท

รูปแบบวิธีคิดแก้ปัญหาหรือใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งนักเรียนที่พัฒนาคนเข้าสู่โลกของความเป็นนักฟิสิกส์มีอีกประการ คือ ชอบการพิสูจน์ข้อความจริง หรือสร้างความเข้าใจด้วยการพิสูจน์ ดังที่นักเรียนผู้หนึ่ง เล่าถึงการทำความเข้าใจต่อบทเรียนทางฟิสิกส์ไว้ ดังนี้

“คือปรากฏการณ์ทั่วไปมันจะไม่สอดคล้องกับสมการที่เราได้ เพราะว่ามันมีตัวแปรตัวอื่นเยอะ แต่ว่าถ้าเกิดเราประมาณว่าตัวแปรพวกนั้นมันส่งผลน้อย มันก็พอถูไถได้ว่าเท่ากัน ก็อย่างเช่นคาบการเอาลูกตุ้มมาแกว่งก็ถือว่าคาบเล็กมาก ความจริงเล็กยังไงก็ตามมันก็แค่ประมาณได้ว่ามันเท่ากัน อย่างเช่นพิสูจน์เอาคาบมันเท่า

กับ $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ อะไรอย่างนี้ ...ก็แค่ประมาณได้ว่าเท่ากัน ในกรณีที่มันเล็ก ๆ มุมในการแกว่งพวกนี้มันเล็กจริง ๆ คือถ้าจะให้เท่ากันเป๊ะเลขคือเป็นศูนย์องศาเลย ซึ่งมันทำไม่ได้ ดังนั้นปรากฏการณ์ธรรมชาติกับสมการจริง ๆ บางทีก็ไม่ได้สอดคล้องกันเป๊ะ ๆ แต่ก็นับว่าพอยอมรับได้ว่าเกือบเท่ากัน ก็เห็นบ่อย แต่ส่วนใหญ่ผมก็ถือว่า คือมันเป็น การประมาณค่า ไม่ใช่มันว่า ผมใช้คำว่ามันกับประมาณค่าต่างกัน การประมาณค่าเพื่อความสะดวกในการคิดผมว่า การประมาณค่าเป็นวิธีการที่ฉลาด แต่การมันนี้เป็นวิธีการที่ไม่ได้เรื่อง อย่างที่ (ชื่อสถาบันแห่งหนึ่ง) ใช้และ

พิสูจน์วิธีทางไฟฟ้าอะไรอย่างนี้ บทพิสูจน์พลังงานไฟฟ้า $W = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$ ผมไปเปิดเจอ ดูแบบรู้สึกเขียนมัน ๆ คือมันไม่น่าใช้วิธีพิสูจน์ ไม่น่าเขียนแบบนั้นนะครับ คือยอมรับได้ว่ามันก็ มันเป็นวิธีที่ทำให้เด็กที่ไม่รู้ Calculus เข้าใจได้ แต่มันเป็นวิธีที่ไม่ดีนัก คือ Calculus อธิบายจะดีกว่าอย่างนั้น ...คือก็ไม่เกิดปัญหา เพราะว่าเด็กส่วน

ใหญ่เขาจำเป็นต้องเอาไปใช้สอบ เขาก็เออ...เขาเป็นว่าเชื่อ ...ที่มาของสูตรเขาไม่สนใจแล้ว เพราะส่วนใหญ่เด็กก็ไม่ได้มาสนใจกับบทพิสูจน์อะไรมากมายนักหนา ก็นับว่าเป็นการเรียนที่ ผมก็บอก ผมไม่ค่อยชอบเรียนแบบนี้ คือสนใจแค่เอาสูตรแต่ไม่เอาวิธีการพิสูจน์ ถ้าเกิดรู้วิธีการพิสูจน์มันจะดีกว่าในแง่ว่าบางที่เราไม่จำเป็นต้องจำสูตรมาก คือถึงเวลาในห้องสอบถ้าเกิดคิดไม่ออกก็ ถ้าเกิดเรารู้หลักในการพิสูจน์เล็ก ๆ น้อย ๆ มันก็อาจจะพิสูจน์หาสูตรออกมาได้ ถ้าเกิดโชคร้ายจริง ๆ มันจำไม่ได้ก็สามารถทำอย่างนี้ได้ คิดว่าจะต้องมานั่งจำสูตรทุกสูตร โดยเฉพาะสูตรลัด ที่พวกติวเตอร์ (tutor) ต่าง ๆ ให้มา คือบางทีสูตรลัดมันไม่สามารถใช้ได้ทุกกรณี เทคนิคลัดอะไรต่าง ๆ ก็เคยเห็น”

3. คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพ

“คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพ” เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกให้ปรากฏเห็นเป็นตัวตนของความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ทั้งนี้คุณลักษณะหรือบุคลิกภาพของความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าวเป็นพฤติกรรมที่เอื้อต่อการนำไปสู่ความสำเร็จของการแสวงหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ และความแท้จริงของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งผลของการศึกษามีรูปแบบ ดังนี้

เป็นผู้มีความเพียรพยายาม...มุ่งมั่นไปสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จ

ผลของการศึกษาวิถีชีวิตของนักเรียนที่อยู่ในโลกของความเป็นนักฟิสิกส์พบคุณลักษณะประการหนึ่ง คือ “เป็นผู้ที่มีความเพียรพยายาม มานะอดทนเพื่อให้งานที่ศึกษาค้นคว้าประสบผลสำเร็จ” นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาเหล่านี้เป็นผู้มีคุณลักษณะร่วม ที่เกิดจากแรงบันดาลใจ ซึ่งเป็นแรงปรารถนาต่อความมุ่งมั่นในการมีผลงานเป็นของตนเอง เป็นพลังต่อความปรารถนาในการสร้างสรรค์ผลงาน เป็นผู้มีความใฝ่รู้สูง และมีอุปนิสัยร่วมคือความปรารถนาที่จะรู้ในสิ่งที่มีความยากลำบากต่อการแสวงหาความรู้ นั้น ดังที่มึนักเรียนผู้หนึ่งเล่าประสบการณ์ของตน ดังนี้

“ผมว่า ผมก็อยากเป็นแบบอาจารย์สุทัศน์ แบบอาจารย์วิรุฬหะอะไรแบบนี้ ผมคิดว่าเขาก็เป็นคนที่ทำวิจัยได้ดี และผมก็ชอบ อยากจะเป็นอย่างนั้นส่วนหนึ่ง และก็อีกส่วนหนึ่งอยู่ที่ตัวผมด้วย ก็คือผมชอบคิดอะไรใหม่ ๆ (หมายถึงแสวงหาแนวคิดใหม่ ๆ - ผู้วิจัย) ...คือโดยธรรมชาติผมไม่ใช่คนอัจฉริยะ แต่ผมเป็นคนที่มีความทนเป็นสุดยอด ผมยอมรับ เพื่อน ๆ ผมหลายคนที่ไม่เคยเจอแบบนี้ (หมายถึงประสบปัญหาในขณะทำงาน คือขาดการยอมรับ ขาดความช่วยเหลือแนะนำ หรือให้คำปรึกษา - ผู้วิจัย) ก็คงออกจาก...(ชื่อโครงการ)...ไปแล้วนะครับ อย่าง...(ชื่อเพื่อนที่ร่วมโครงการเดียวกัน) ก็ลาออกจากโครงการไป เขาไม่มานั่งทนแบบนี้ เพราะเขาเจอแบบนี้ (หมายถึงปัญหาและอุปสรรคในขณะทำงาน - ผู้วิจัย) เขาก็ไม่ไหวแล้ว แต่ผมก็ไม่รู้ว่าผมมาได้ยังไงถึงตรงนี้ นี่คือการทน...ครับ แล้วผมก็ชอบที่ว่าผมจะต้องทำด้วยตัวเอง...ให้ได้ แม้ว่ามันจะยากหรืออะไรก็ตาม ...ผมไม่มีคนมานั่งตีหัวให้เหมือนโรงเรียนอื่น ๆ นะครับ (ตอนที่ JSTP ที่ทนอยู่เพราะมีแรงบันดาลใจ ตรงไหนครับ - ผู้วิจัย) แรงบันดาลใจนี้ก็คือ อยู่ตรงที่ว่าเราอยากจะสร้างผลงานมากกว่า เราอยากที่จะมีผลงานที่เรียกว่าอย่างน้อยเราก็เคยคิดอะไรขึ้นมาได้ซักอย่างหนึ่งตรงนั้นมากกว่า ชีวิตของการเป็นนักวิทยาศาสตร์มันขึ้นอยู่กับตรงนั้นนะผมว่า ไม่งั้นเขาไม่เรียกว่านักวิทยาศาสตร์หรอกถ้าไม่เป็นอย่างนี้ ก็คือเป็นครูสอนหนังสือเป็นอะไรไป แต่นักวิทยาศาสตร์อย่างน้อยคุณต้องมีอะไรใหม่ ๆ ในชีวิตบ้าง ตอนนั้นคิดอย่างนี้ ผมได้ทำสิ่งใหม่ ๆ อย่างน้อยมันก็มีอะไร (หมายถึงมีผลงานเป็นของตนเอง - ผู้วิจัย)”

และเมื่อถูกผู้สัมภาษณ์ถามถึงความรู้สึกต่อวิชาฟิสิกส์ นักเรียนผู้นี้ได้ให้ความเห็นในลักษณะที่แปลความหมายได้ว่า “ความยากของวิชาฟิสิกส์ เป็นสาเหตุที่ทำให้ท้อต่อความไม่รู้” ดังนี้

“รู้สึกดีครับ รู้สึกว่าเป็นวิชาที่ผมก็ยังไม่เข้าใจเหมือนกันว่า ผมหลงรักมันได้ยังไง แต่ก็ไม่รู้ว่เพราะอะไร เพราะความยากของมันหรือเปล่าก็ไม่ทราบ ผมเป็นคนทนต่อความยากได้ค่อนข้างสูง อย่างอะไรที่ไม่เข้าใจเลย ไม่รู้เรื่องเลย เราก็สามารถหยิบมาอ่านจนรู้เรื่องได้ด้วยตัวเอง... ตรงนี้น่าจะทำให้เราชอบมันแล้วเรากับมัน แล้วบังเอิญเราเห็น...สิ่งที่เขาเอามาพูดให้ฟังว่า ฟิสิกส์... อธิบายอย่างนั้นได้อธิบายอย่างนี้ได้ ทำไมถึงต้องเป็นอย่างนั้น ทำไมถึงต้องเป็นอย่างนี้ ฟิสิกส์พูดได้หมด ทำนายได้หมด พอเราได้ยินอย่างนี้แล้ว เราเรียนเลย”

เป็นผู้พร้อมรับการพิสูจน์ตรวจสอบข้อความจริงของผลการศึกษของตนเอง

รูปแบบของพฤติกรรมที่ได้จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษามีพัฒนาการของความกล้ายอมรับความจริงแห่งผลงานของตนด้วยเหตุด้วยผล มีความมุ่งมั่นเพียรพยายามต่อการแสวงหาการพิสูจน์รองรับผลการค้นพบหรือผลงานของตน มีความกระหายต่อการนำผลงานออกเผยแพร่ และมีความรู้สึกภาคภูมิใจต่อการได้รับความใส่ใจจากบุคคลนัยสำคัญที่มารองรับผลงานที่ตนศึกษา และพร้อมที่จะรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์นั้นไม่ว่าผลงานของตนจะได้รับการตัดสินว่าถูกหรือผิด ดังเช่นนักเรียนผู้หนึ่งแสดงความรู้สึกต่อการแสวงหาผู้เชี่ยวชาญมารองรับผลการศึกษาค้นคว้าของตนเอง ดังนี้

“ตอนนั้นอยู่ ม.5 ครับ เหลือเวลาอยู่ 3 สัปดาห์สุดท้ายต้องส่งงานแล้ว (โครงการศึกษาด้วยตนเองทางด้านฟิสิกส์) แต่งานของเรา... เราไม่รู้ด้วยว่าทำถูกหรือผิด (เป็นงานในโครงการ JSTP ที่รับทุนมาศึกษาด้วยตัวเองภายใต้การกำกับดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา แต่นักเรียนคนดังกล่าว ไม่มีที่ปรึกษา) เราเป็นแค่เด็ก อย่างนี้เราไม่มีความรู้พอที่จะไปเช็คอะไรได้ แล้วตอนนั้นเรากลัวมาก ๆ ด้วย ถ้างานเราเกิดเหลวขึ้นมา คือกระดาษที่เรา นั่งทำมาเป็นปีก ๆ ที่กลั่นออกมาแล้ว กลั่นออกมาอีกถูกโยนทิ้งถึงขยะอย่างเดียวนะ ...เสียดายตรง...เวลาที่ลงไปความเหนียวอะไรอย่างนี้ ...มันเป็นงานที่ทรมานมากเลย และอยากให้มันคนได้ดูว่ามันถูกต้องด้วย (หมายถึงต้องการให้มีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ - ผู้วิจัย) ผมไม่รู้จักอาจารย์ที่ (ชื่อมหาวิทยาลัย) นะครับ ผมเดินเข้าไปคู่ม ๆ ยังไม่รู้เลยว่าภาคฟิสิกส์อยู่ไหน ก็ไปนั่งอยู่กับอาจารย์...(ชื่อของอาจารย์ที่นักเรียนไปขอพบ) อาจารย์แกก็ใจดีนะครับ ...แต่ผมไม่ได้เล่าว่าผมทำมาก่อนแล้ว ผมไม่กล้าพูด (หมายถึงยังไม่กล้าพอที่จะนำเสนอผลงานของตนเอง - ผู้วิจัย) ก็แนะนำตัวเองเลขตอนนั้น (หมายถึงแนะนำว่าเป็นนักเรียนในโครงการ JSTP - ผู้วิจัย)...ตอนนั้นหมดความหวังมาก พูดแล้วว่าอยากทำฟิสิกส์ทฤษฎี ขอทำ อาจารย์ก็ให้ผมมาเป็นปัญหา...เป็นงานของอาจารย์นะครับ แกก็บอกไปทำตรงจุดนี้มา ไปอินทิเกรต (เป็นวิธีการหนึ่งของ Calculus) ตรงจุดนี้มาให้ผม มันเป็นงานเกี่ยวกับผลึกโลหะ ...เป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในโลหะ ตรงส่วนที่เป็นการค้นคว้าแกค้นมา...เรียบร้อยแล้วคือลักษณะงานนี้ตัวงานมันเป็นฟิสิกส์ ...แกค้นคว้ามาแล้ว เหลือแต่ว่าแกอยากให้เราแปรผล ตีความผลทางฟิสิกส์ที่มีสมการเขียนผลไว้ แล้วแกก็อยากให้เราทำสมการตัวนี้ต่อไป โดยใช้ความรู้ Math ที่เรามีอยู่ ...ตอนนั้น 3 วัน ผมก็พยายามนั่งตีความหมายของแก ผมก็ไม่เข้าใจสินัก เพราะเป็นเรื่องที่สูงมาก... ต้องมีความรู้ ควอนตัม แมกคานิกอะพอสมควรร ...ผมไม่เคยจับเรื่องนี้มา (ไม่เคยศึกษาเรื่องนี้มาก่อน - ผู้วิจัย) แล้วผมก็ฟังไม่เข้าใจ ผมก็ไปหาอาจารย์ พร้อมกับเอาตัว (ผลงานของตัวเอง) ที่ผมทำมาแล้วมาให้ดู แกขอไปดูวันเดียวนะครับ แกบอกว่...ขอไปตรวจดู ...อ้าว..โครงการคุณใช้ได้แล้วนี่ ทำไม...คุณไม่เอาอันนี้นำเสนอเขาละ แกก็บอกว่ใช้ได้ คุณเอาเลย คุณพิมพ์งานนี้เลยนะ คุณทำ Present เดียวนี้เลย คือคุณเขียนแผ่นใสเดี๋ยวนี้เลย และก็แก้คำพูดที่ไม่

บทที่ 7

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

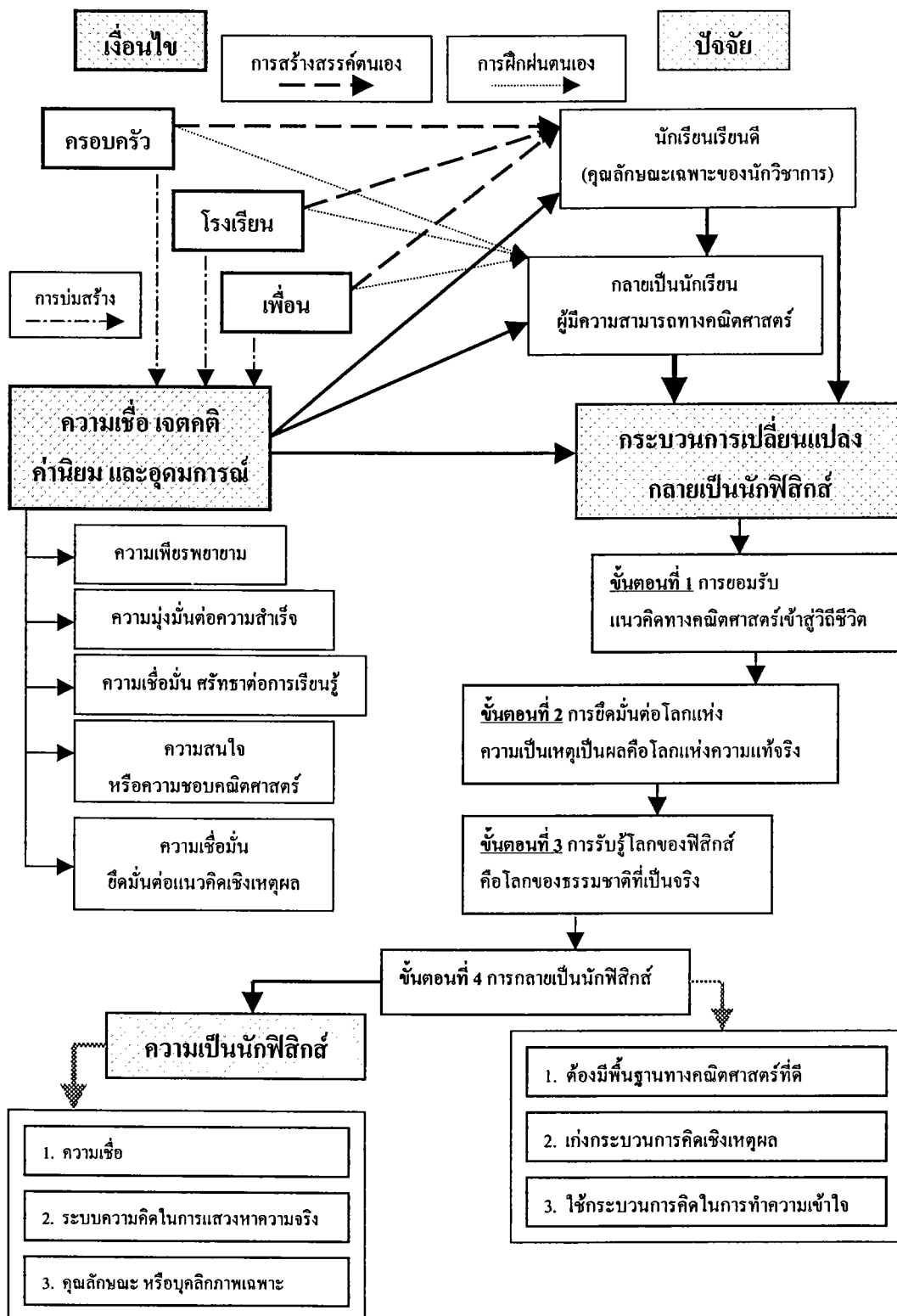
สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษา “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง อันเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสังคมแวดล้อมและตนเอง โดยการตีความ ให้ความหมาย การกำหนดวิธีการหรือกลวิธีในการเลือก การต่อรองกับตนเองและสังคม และการลงมือปฏิบัติ รวมทั้งเพื่อทำความเข้าใจถึงเงื่อนไขปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ และที่นอกเหนือยังไปกว่านี้ บุคคลดำรงตนอยู่ในโลกแห่งวิทยาศาสตร์หรือโลกของนักฟิสิกส์ ท่ามกลางกระแสความเชื่อในสิ่งที่เหนือธรรมชาติ หรือการให้ความหมายของปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างชั่วในวัฒนธรรมไทย บนฐานการมองปัญหาและระบบความคิดที่แตกต่างกันได้อย่างไร รวมทั้งวิถีชีวิตของผู้ดำรงตนอยู่ในโลกของวิทยาศาสตร์กับโลกทางสังคมภายใต้วัฒนธรรมไทยว่า มีความสอดคล้องเกื้อหนุนหรือขัดขวางกันอย่างไร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในค่ายคัดเลือกฟิสิกส์โอลิมปิก ค่ายที่สองของโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2546 ค่าย สอวน.ฟิสิกส์ ค่ายที่สองของโครงการ ในมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ประจำปี พ.ศ. 2546 และโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ทั้งนี้กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักดังกล่าว เป็นผู้มีคุณลักษณะของความเป็นนักฟิสิกส์สอดคล้องกับทฤษฎี คือ “แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำเสนอไว้ในบทที่ 2 และกำลังเรียนอยู่ในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 18 คน เริ่มจัดเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2545 จนถึง ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 รวมเวลาในการดำเนินการจัดเก็บข้อมูลนาน 5 เดือน

สำหรับวิธีดำเนินการวิจัยนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ จัดเก็บข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์ระดับลึก และการสังเกต ตามแนวคิดปรากฏการณ์นิยมวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ลุ่มลึกในเรื่องวิถีชีวิตและการเรียนตั้งแต่วัยเด็กจนถึงปัจจุบัน จากตัวนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในปรากฏการณ์ความเป็นนักฟิสิกส์โดยตรง ซึ่งข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีการตีความ ให้ความหมาย แล้วกำหนดเป็นมโนทัศน์ จากนั้นจึงทำการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มี เพื่อสร้างเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎีสำหรับใช้อธิบายทำความเข้าใจกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์หรือการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน

ผลของการศึกษา แสดงให้เห็นถึงกระบวนการก่อเกิดตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์หรือการกลายเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นถึงกระบวนการพัฒนาตนด้วยตนเอง จากองค์ประกอบทางชีวภาพเข้าสู่ตัวตน “ความเป็นมนุษย์” ที่มีคุณลักษณะหรือเอกลักษณ์เฉพาะต่อ “ความเป็นนักฟิสิกส์” ผลของการศึกษา มีความสอดคล้องกับข้อเสนอ ซึ่งเป็นข้อคิดที่ใช้เป็นแนวทางในการ

ศึกษาทั้ง 2 ประการ ดังเสนอไว้ใน “บทนำ” คือ ประการแรกกระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของบุคคลนั้นมีลักษณะเป็นการกำหนดทิศทางของการเข้าสู่วิชาการและ/หรือวิชาชีพ มีพัฒนาการเป็นลำดับขั้นตอนจนก่อให้เกิดเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ประการที่สองแรงจูงใจที่เกิดขึ้นและผลักดันให้บุคคลตัดสินใจเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์นั้นมี 2 ลักษณะ คือ แรงจูงใจภายใน อันเกิดจากความต้องการภายในของบุคคล และแรงจูงใจทางสังคมอันเนื่องมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในกระบวนการปฏิสังสรรค์กับภาวะแวดล้อม ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้เป็น 2 ประการ ดังภาพประกอบ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงกระบวนการพัฒนาดนของนักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกระบวนการกลายเป็ นนักฟิสิกส์ของนักเรียน ในแผนการเรียนคณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขต กรุงเทพมหานคร ที่เป็นกรณีศึกษา

1. กระบวนการหล่อหลอมให้เป็นนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนานักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์

ขั้นตอนนี้ได้จากการวิเคราะห์ปฏิสังสรรค์ที่เกิดขึ้นในวิถีชีวิตของนักเรียนที่เป็นอิทธิพลจากเงื่อนไขครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน พบว่ากระบวนการหล่อหลอมให้เป็นนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยเบื้องต้น ที่มีอิทธิพลต่อนักเรียนในการพัฒนาคนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ที่เป็น “คุณลักษณะเฉพาะ” ของบุคคล ซึ่งกระบวนการหล่อหลอมนี้ใช้ช่วงระยะเวลาต่อเนื่องยาวนานนับตั้งแต่แรกเริ่มของชีวิต บุคคลได้รับการหล่อหลอมเรียนรู้วัฒนธรรมในการดำรงชีวิตในฐานะสมาชิกใหม่ เพื่อ “ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์” ทั้งนี้ในกระบวนการหล่อหลอมดังกล่าวมีคุณลักษณะ 2 ประการ อันเป็นปัจจัยสำคัญของการกลายเป็นนักฟิสิกส์ที่ได้รับการพัฒนา คือ ประการแรก “คุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการอันนำไปสู่พฤติกรรมการเป็นนักเรียนเรียนดี” นั่นคือ “การสร้างสรรค์ตนเอง” อันประกอบด้วย การสร้างนิสัยรักการอ่านและการเรียน การกระตุ้นแรงจูงใจภายในด้านความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสร้างความบันเทิง การพัฒนาความเป็นผู้ใฝ่รู้ การสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การพัฒนาความเป็นผู้มีอิสระทางความคิด การสร้างความเป็นตัวตนแห่งตนเอง การสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง การรู้จักตนเอง การเสริมสร้างความมีเหตุมีผล การกระตุ้นเร้าพัฒนาความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และการมีโลกทัศน์ที่กว้างไกล ประการที่สอง “ความสามารถทางคณิตศาสตร์” นั่นคือ “การฝึกฝนตนเอง” ทางด้านทักษะการคิด การคำนวณ การแก้ปัญหา การพัฒนากระบวนการคิดที่ซับซ้อนเชิงเหตุผล การพิสูจน์ตรวจสอบข้อเท็จจริง ซึ่งผลของการสร้างสรรค์ตนเอง และการฝึกฝนตนเอง ได้ช่วยพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการ ส่งผลให้กลายเป็นนักเรียนเรียนดี และนำไปสู่การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ อันเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางด้านฟิสิกส์ของนักเรียน

จากการสร้างสรรค์ตนเองได้ช่วยสร้างสรรค์คุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการส่งผลทำให้นักเรียนเป็นผู้เรียนดี เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางการเรียน เมื่อนักเรียนได้ฝึกฝนตนเองด้านทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้วยการพัฒนาสร้างความรู้ความเข้าใจต่อเทคนิควิธีการและนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต การกระตุ้นแรงจูงใจภายในที่เป็นความอยากรู้อยากเห็นทำให้นักเรียนเกิดความบันเทิงใจต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ อันนำไปสู่ การพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการพิสูจน์ข้อเท็จจริง อันเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้ฝึกฝนตนเองอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่ความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากพัฒนาการของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

นอกจากนี้ใน “กระบวนการหล่อหลอม” ให้เป็นนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการอยู่ที่ “การสร้างสรรค์ตนเอง” และ “การฝึกฝนตนเอง” ได้ช่วยหล่อหลอมคุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการและความสามารถทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังเกิด “การบ่มสร้าง” ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ อันเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ช่วยให้นักเรียน “ประสบผลสำเร็จทางการเรียน” เข้าสู่เนื้อหาของกระบวนการหล่อหลอม นั่นคือ ความเพียรพยายาม ความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จหรือการสร้างสรรค์ผลงาน ความเชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้ ความสนใจหรือความชอบคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นยึดมั่นต่อแนวคิดเชิงตรรกะที่เป็นเหตุเป็นผลเป็นความจริงแท้ เป็นกลไกสำคัญที่เอื้อต่อการเกิดปัจจัย คือ ความสำเร็จทางการเรียน อันส่งผลให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาความเป็นตัวตนของนักเรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ กลายเป็นนักฟิสิกส์ตามลำดับขั้นของกระบวนการตัดสินใจ ตามแนวคิดปฏิสังสรรค์สัญลักษณ์ในโอกาสต่อมา

2. กระบวนการกลายเป็นักเรียนฟิสิกส์ มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งแสดงให้เห็นการพัฒนาตนจากการเป็นักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ไปสู่ความมีคุณลักษณะที่เฉพาะของความเป็นักเรียนฟิสิกส์

การศึกษาถึงกระบวนการเข้าสู่ความเป็นักเรียนฟิสิกส์ เป็การศึกษาถึงพัฒนาการความเป็ตัวตนเข้าสู่โลกของวิชาการหรือวิชาชีพที่เฉพาะ นั่นคือ โลกแห่งวิทยาศาสตร์หรือโลกของนักเรียนฟิสิกส์ เป็การพัฒนาทางความคิด และจิตวิญญาณที่เป็เอกลักษณ์เฉพาะตัวของบุคคลจากจุดเริ่มต้นของชีวิตเข้าสู่การรับรู้ตนเองที่เป็ “อึดตา” ของตนว่าเป็ผู้ที่มีความเป็นักเรียนฟิสิกส์ เป็กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งมีภาวะเงื่อนไขและปัจจัยเกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนตามลำดับ เป็ลำดับขั้นของกระบวนการพัฒนาทางความคิดของบุคคล อันเนื่องมาจากพัฒนาการด้านคุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการก่อให้เกิดพฤติกรรมการเป็นักเรียนเรียนดี และการเป็ผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้กลายเป็ปัจจัยสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาตนเข้าสู่ความเป็นักเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ภายใต้อิทธิพลสำคัญของความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ เป็เงื่อนไขนำไปสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการทางความคิดเข้าสู่ความเป็นักเรียนฟิสิกส์ หรือการกลายเป็นักเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ดังที่นำเสนอไว้ในบทที่ 5 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การยอมรับแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต

ขั้นตอนที่ 2 การยึดมั่นต่อโลกแห่งความเป็เหตุเป็ผลคือ โลกแห่งความจริงแท้

ขั้นตอนที่ 3 การก้าวย่างเข้าสู่โลกของฟิสิกส์โลกของธรรมชาติที่เป็จริง

ขั้นตอนที่ 4 การกลายเป็นักเรียนฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 1 การยอมรับแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต

จากการศึกษาวิถีชีวิตของนักเรียนพบความสอดคล้องกันของปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้นักเรียนเลือกก้าวเดินเข้าสู่วิถีชีวิตของฟิสิกส์ ก็คือ การเป็นักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนมีคุณลักษณะของนักเรียนเรียนดี ก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วยการฝึกฝนตนเองอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วัยเด็ก การที่นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอยาวนานโดยมีความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์เป็กลไกช่วยผลักดัน อันประกอบไปด้วยความเพียรพยายามความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จหรือการสร้างสรรค์ผลงาน ความเชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้ ความสนใจหรือความชอบคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นยึดมั่นต่อแนวคิดเชิงตรรกะที่เป็เหตุเป็ผลเป็ความจริงแท้ เป็เงื่อนไขสำคัญให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางการเรียนก่อก่เกิดเป็ความบันเทิงใจ อันเป็ผลจากการกระตุ้นของแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจทางสังคม ก่อให้เกิดความต้องการประสบผลสำเร็จในชีวิต เกิดเป็ความมุ่งมั่นและเชื่อมั่นในตนเอง ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้รับการซึมซับเข้าสู่ความคิดและจิตวิญญาณของนักเรียน เกิดการยอมรับแนวความคิดเชิงเหตุผล นำไปสู่กระบวนการคิดได้เองเมื่อมีเงื่อนไข ที่เป็ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง การเกิดความเชื่อมั่นในตนเองที่จะคิดแสวงหาคำตอบหรือคำอธิบายต่อประเด็นปัญหาในวิถีชีวิตด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการที่นักเรียนยอมรับแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิตก็เป็ผลมาจากความผูกพัน อันเกิดจากกระบวนการฝึกฝนที่มีเงื่อนไขมาจากครอบครัว โรงเรียน และเพื่อนเป็สำคัญ ประกอบกับปัจจัยเกี่ยวพันสำคัญคือ การเป็นักเรียนเรียนดี

ขั้นตอนที่ 2 การยึดมั่นต่อโลกแห่งความเป็นเหตุเป็นผลคือโลกแห่งความจริงแท้

จากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริงในภาวะสังคมแวดล้อม ที่ประกอบด้วยแนวความคิดที่หลากหลาย ก่อให้เกิดความรู้สึกขัดแย้งทางความคิดกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์คือความเชื่อมั่นในหลักของความเป็นเหตุเป็นผล ดังจะเห็นได้จากการเกิดภาวะของความไม่แน่ใจหรือความเชื่อมั่นต่อการแสวงหาคำอธิบายต่อเหตุผลทางสังคมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลากหลายเข้ามาเกี่ยวข้อง ในการชี้ชัดต้องแล้วแต่ภาวะเงื่อนไขหรือสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนเห็นว่าเป็นเหตุผลส่วนตัว ไม่ใช่เหตุผลที่แท้จริง ด้วยภาวะเงื่อนไขแห่งความเชื่อมั่นต่อตนเองความเป็นตัวของตัวเองบนหลักแห่งความจริงแท้ ก่อให้เกิดการพัฒนาความเชื่อมั่น ยึดมั่นต่อแนวความคิดเชิงเหตุผลบนความจริงแท้

ขั้นตอนที่ 3 การรับรู้โลกของฟิสิกส์คือโลกของธรรมชาติที่เป็นจริง

การเริ่มเข้าสู่แนวคิดเชิงตรรกะของวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติเป็นเงื่อนไขสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนเริ่มชอบและสนใจแนวคิดในการศึกษาและแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติทำให้นักเรียนพบว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจที่สุด เพราะเป็นการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมอันผูกพันอยู่กับวิถีชีวิตของคนมาสู่การทำความเข้าใจความเป็นจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่มีความเป็นรูปธรรม และเป็นทางเลือกของการก้าวเข้าสู่วิชาชีพซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการดำรงชีวิตอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง

ขั้นตอนที่ 4 การกลายเป็นนักฟิสิกส์

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเรียนรู้ที่จะพัฒนาตนกลายเป็นนักฟิสิกส์ หรือประสบผลสำเร็จในวิชาฟิสิกส์ สามารถยึดมั่นในวิชาชีพที่ใช้ฟิสิกส์เป็นพื้นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนเกิดการรับรู้ต่อความสำเร็จในฟิสิกส์ว่า ต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี ต้องเก่งกระบวนการคิดเชิงเหตุผล และต้องมีความสามารถในการใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือกระบวนการแก้ปัญหา และยังพบว่าเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้นักเรียนดำรงตนคงอยู่ในโลกของนักฟิสิกส์ได้ต่อไปหรือไม่เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับ ระดับของความเชื่อ ระบบความคิดในการแสวงหาความความจริงของธรรมชาติ และคุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของผู้มีความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งคุณลักษณะร่วมของนักเรียนที่พบจากการศึกษามี ดังนี้

ความเชื่อ เป็นความรู้สึกนึกคิดของนักเรียน การที่บุคคลมีความเชื่อต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ย่อมทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมเป็นไปตามความเชื่อนั้น พฤติกรรมความเชื่อที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ คือ การยอมรับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีเหตุผลใหม่มาสนับสนุน การแก้ปัญหาโจทย์และการทำปฏิบัติการทางฟิสิกส์เป็นการขยายขอบเขตของการศึกษาทางทฤษฎี การเรียนฟิสิกส์คือการรู้จักปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจ

ระบบความคิด เป็นกระบวนการของความคิดที่นักเรียนใช้ในการแสวงหาความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา หรืออธิบาย หรือทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งระบบความคิดของนักเรียนที่ได้จากการศึกษา คือ การใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการสร้างความเข้าใจด้วยการพิสูจน์ทฤษฎีบท

คุณลักษณะและ/หรือบุคลิกภาพ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกให้ปรากฏ เป็นพฤติกรรมที่เอื้อต่อการนำไปสู่ความสำเร็จของการแสวงหาองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ ซึ่งผลของการศึกษามี ดังนี้ เป็นผู้มีความเพียร

พยายามมุ่งมั่น ไปสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จ เป็นผู้พร้อมรับการพิสูจน์ตรวจสอบข้อความจริงของผลการศึกษาของตนเอง เป็นผู้ยอมเชื่อด้วยความสงสัยซึ่งเป็นผลนำไปสู่การแสวงหาข้อเท็จจริงด้วยการพิสูจน์ด้วยเหตุ ด้วยผล

ข้อเสนอเชิงทฤษฎี

การศึกษา “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์” ทำให้พบว่ามิกลไกมากมายและซับซ้อน ที่เอื้อหรือเกื้อหนุนให้เกิดกระบวนการพัฒนาความเป็นตัวตนของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาให้กลายเป็นนักฟิสิกส์ หรือมีความเป็นนักฟิสิกส์ กลไกเหล่านี้มีทั้งที่เป็นเงื่อนไข และเป็นปัจจัยที่เอื้อและเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการพัฒนาดนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกล่าว จึงเป็นการยากที่จะศึกษาถึงกลไกที่เกี่ยวข้องกับบริบทแวดล้อมสังคม อันก่อให้เกิดเงื่อนไข ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ รวมทั้งทำความเข้าใจต่ออิทธิพลของเงื่อนไขและปัจจัยที่ชักนำให้บุคคลเกิดการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางความคิดเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ได้โดยตรง วิธีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขและปัจจัยต่าง ๆ ผ่านทางตัวนักเรียนผู้อยู่ในปรากฏการณ์ของความเป็นนักฟิสิกส์ หรือผู้กลายเป็นนักฟิสิกส์ จึงเป็นวิธีที่ทำให้เข้าใจภาพรวม เพราะเกิดจากการรับรู้ เรียนรู้ เข้าใจตนเองของนักเรียนผู้อยู่ในปรากฏการณ์เอง โดยเฉพาะทำให้เข้าใจบทบาทและอิทธิพลของบริบทแวดล้อมรอบตัวบุคคล อันก่อให้เกิดเงื่อนไข ปัจจัย ที่เป็นกลไกสำคัญที่เอื้อและเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการพัฒนาดนเองจากจุดเริ่มต้นของชีวิตเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ จึงเป็นไปได้เลยที่บริบทแวดล้อมเพียงประการหนึ่งประการใดจะหล่อหลอมผลักดันหรือเอื้อให้บุคคลประสบผลในการพัฒนาดนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ได้โดยลำพัง

ทั้งนี้จากการศึกษาทำให้พบและเข้าใจได้ว่า การที่นักเรียนผู้หนึ่งจะพัฒนาดนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ หรือกลายเป็นนักฟิสิกส์ได้นั้นจะต้องหล่อหลอมพัฒนาดนเองให้เป็นผู้ที่ประกอบด้วยเงื่อนไขและปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการด้วยกัน คือ ประการแรก ต้องสร้างสรรค์ตนเองให้มีคุณลักษณะของการเป็นนักเรียนเรียนดี ประการต่อมาคือ ต้องฝึกฝนตนเองให้เป็นผู้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ และประการสุดท้ายคือ ต้องบ่มสร้าง ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ ที่เกี่ยวกับ ความเพียรพยายาม ความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จหรือการสร้างสรรค์ผลงาน ความเชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้ ความสนใจหรือความชอบคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่น ยึดมั่นต่อแนวคิดเชิงตรรกะที่เป็นเหตุเป็นผลเป็นความจริงแท้ โดยมีบริบทแวดล้อมที่เป็นครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน เป็นเงื่อนไขสำคัญ อันเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันที่กระตุ้นเร้า ให้นักเรียนเกิดการสร้างสรรค์ตนเองเข้าสู่การเป็นนักเรียนเรียนดีหมายถึงการก่อเกิดคุณลักษณะเฉพาะของนักวิชาการ และยังก่อให้เกิดการกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเกิดการฝึกฝนตนเองเข้าสู่หรือกลายเป็นนักเรียนผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้เงื่อนไขด้านครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน ยังก่อให้เกิดการบ่มสร้าง ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ อันเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยผลักดันให้นักเรียนเกิดการพัฒนาดนเองกลายเป็นนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทั้งยังพบว่าความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ดังกล่าว ยังเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากนักเรียนเรียนดีมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้พัฒนาดนต่อเนื่องเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์หรือกลายเป็นนักฟิสิกส์ ตามขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นตอนที่ 1 การยอมรับแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าสู่วิถีชีวิต ขั้นตอนที่ 2 การยึดมั่นต่อโลกแห่งเป็นความเป็นเหตุเป็นผลคือโลกแห่งความจริงแท้ ขั้นตอนที่ 3 การรับรู้โลกของฟิสิกส์คือโลกของธรรมชาติที่เป็นจริง ขั้นตอนที่ 4 การกลายเป็นนักฟิสิกส์ ในช่วงแห่งการกลายเป็นนักฟิสิกส์นั้น นักเรียนได้เกิดการพัฒนาดน ให้มีคุณสมบัติที่สำคัญสามประการด้วยกันคือ ประการแรก ต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี ประการที่สอง ต้องเก่งกระบวนการ

คิดเชิงเหตุผล และประการสุดท้าย ต้องใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือใช้ในการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า ผลจากการศึกษาเป็นการช่วยขยายขอบเขตของการทำความเข้าใจ กระบวนการพัฒนาพฤติกรรมของมนุษย์อย่างมีเป้าหมาย อันหมายถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงหวังว่าความเข้าใจต่อกลไกดังกล่าวจะช่วยในการสร้างสรรค์แนวคิดในการกำหนดแนวทางการจัดการศึกษาด้านฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังที่ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวคิดบางประการที่เห็นว่าสำคัญ ซึ่งได้จากการศึกษา ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ดังที่ได้นำเสนอมาแล้วว่า การที่บุคคลจะพัฒนาความเป็นตัวตน จากจุดหนึ่งเคลื่อนย้ายเข้าสู่จุดหนึ่งได้นั้น มีกลไกต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเอื้อและเกื้อหนุนมากมายและสลับซับซ้อน ทั้งเงื่อนไขด้านบริบทแวดล้อม และการสร้างสรรค์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังกรณีที่ผู้วิจัยศึกษาถึง “กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักเรียน” อันเป็นผลมาจากอิทธิพลของบริบทแวดล้อมด้านครอบครัว โรงเรียน(สถาบันการศึกษา) และเพื่อน ที่ส่งผลก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ตนเองและการฝึกฝนตนเองเข้าสู่คุณลักษณะของการเป็นนักเรียนเรียนดี มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ในขณะที่เกี่ยวกับบริบทแวดล้อมดังกล่าวยังบ่มสร้างคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ประกอบด้วย ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ อันก่อให้เกิดเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ส่งผลให้ปัจจัยที่เกิดจากการสร้างสรรค์ตนเองและการฝึกฝนตนเอง ขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาตนให้บุคคลกลายเป็นความมีตัวตนดังที่ตนเองคาดหวัง สังคมคาดหวัง คือความเป็นนักฟิสิกส์นั่นเอง

ดังนั้นจึงเป็นไปได้เลยที่จะปล่อยให้บริบทแวดล้อมได้รับผิดชอบขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาตน ดังที่สังคมคาดหวังโดยลำพัง เพราะกลไกทุกส่วนจำเป็นต้องเอื้อและเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน อาจกล่าวได้ว่า หากหวังที่จะประสบผลสำเร็จในการจัดการศึกษา ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกัน เพื่อให้เกิดการสอดประสานซึ่งกันและกัน นั่นคือการจัดการศึกษาที่คำนึงถึงการเรียนรู้ทางสังคม เป็นการชี้ช่องทางและยืนยัน เพื่อให้เกิดรูปแบบของการจัดการศึกษาตลอดชีวิตนั่นเอง

2. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

การที่พบว่า อิทธิพลของบริบทแวดล้อมด้านครอบครัว โรงเรียน (สถาบันการศึกษา) และเพื่อน เป็นเงื่อนไขสำคัญที่ก่อให้เกิดกลไกต่าง ๆ ที่เป็นเงื่อนไขต่อเนื่อง และเป็นปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลพัฒนาตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ดังกรณีศึกษา ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา นับตั้งแต่ครูผู้สอน ผู้บริหารการศึกษา และบุคลากรสนับสนุนอื่น ๆ ควรเพิ่มบทบาทหน้าที่ของตนในการเข้าไปมีส่วนในการจัดหรือผลักดัน ให้เกิดและขับเคลื่อนกลไก อันหมายถึงบริบทแวดล้อมทุก ๆ ส่วนที่เอื้อและเกื้อหนุนให้บุคคล ซึ่งหมายถึงนักเรียนประสบผลสำเร็จดังที่สังคมปรารถนา

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากผลที่ได้จากการศึกษาค้างนี้เป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎี ซึ่งยังไม่ได้รับการตรวจสอบพิสูจน์ยืนยัน ดังนั้นหากมีการขยายผล โดยการทำวิจัยต่อเนื่อง ในรูปลักษณะของการวิจัยเชิงตรวจสอบทฤษฎี เพื่อ

ให้ได้ความชัดเจน และให้ได้รายละเอียดอันเป็นองค์ประกอบย่อยของแต่ละเงื่อนไขหรือปัจจัย จะทำให้ผลการวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ายิ่งขึ้นต่อการนำไปปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้จากรูปแบบที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษาปัญหาวิจัยในครั้งนี้ นั้น เป็นการขยายขอบเขตของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาออกไปในมิติอื่น โดยการนำศาสตร์ทางสังคมวิทยาเป็นวิทยาวีธีในการศึกษา ทำให้ขอบเขตของมุมมองปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาสาขาฟิสิกส์เป็นอีกมิติหนึ่งของความเข้าใจ หากมีการนำไปใช้ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในสาขาอื่น เพื่อดูความสอดคล้องหรือแตกต่างกัน ย่อมทำให้เกิดการเกื้อหนุน และความหลากหลายของแนวคิดในการพัฒนากิจการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาให้กว้างไกลยิ่งขึ้น และคาดว่าจะทำให้เกิดการค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ดังที่ประสบอยู่ได้ตรงประเด็น และลดการสูญเปล่าทางการศึกษาได้อีกทางหนึ่ง

เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาในแนวกว้าง ที่นำศาสตร์สองสาขามาใช้ในการศึกษาร่วมกัน โดยการทำความเข้าใจโลกของฟิสิกส์ด้วยกระบวนการเรียนรู้ทางสังคม จึงเป็นการเปิดมิติทางการศึกษาให้กว้างไกล จำเป็นต้องใช้ทั้งเวลาและองค์ความรู้ที่หลากหลายในการตีความทำความเข้าใจ แต่เนื่องจากผู้วิจัยมีอุปสรรคนานัปการ โดยเริ่มตั้งแต่ไม่มีพื้นฐานทางด้านสังคมศาสตร์ที่เพียงพอ ต้องเพียรพยายามศึกษาแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง พยายามที่จะทำความเข้าใจเพื่อนำองค์ความรู้อันเป็นวิทยาวีธีทางสังคมศาสตร์ที่หลากหลายเหล่านั้นมาใช้เป็นแนวคิดในการเขียนงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยอมรับว่า ในขณะที่เขียนเค้าโครงวิจัยอยู่นั้น ผู้วิจัยมองสนามวิจัยด้วยความว่างเปล่า รวมทั้งไม่คิดฝันเลยว่าจะได้รับความร่วมมือจากนักเรียนที่เป็นเจ้าของปรากฏการณ์ในระดับนี้ ที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านฟิสิกส์ในระดับสุดยอดของประเทศไทย ในห้วงแห่งเวลาที่ทำวิจัยและเก็บข้อมูลอยู่ขณะ ณ เวลานั้น เพราะในสายตาของผู้วิจัยนึกคิดไว้ตั้งแต่แรกแล้วว่า โอกาสที่จะเข้าถึงตัวนักเรียนระดับนี้มีน้อยมาก

นับตั้งแต่ผู้วิจัยเริ่มต้นเขียนเค้าโครงวิจัยขึ้นมา นั้นผู้วิจัยก็เริ่มศึกษาวิถีชีวิตที่เป็นจริงทางสังคม ที่เป็นวิถีชีวิตของนักเรียนเรียนดี แต่การเข้าถึงตัวนักเรียนเหล่านี้เป็นเรื่องที่ยากมาก มีหลายโรงเรียนที่ปฏิเสธผู้วิจัยในการติดต่อกับนักเรียนโดยตรง รวมทั้งตัวนักเรียนเองมีหลายคน ก็ปฏิเสธที่จะพบปะกับผู้วิจัย อันเนื่องจากไม่มีเวลา มีนักเรียนบางคนขอให้ผู้วิจัยสนทนาทางโทรศัพท์แทน และมีบางคนที่ถูกผู้ปกครองห้ามการสนทนาเกี่ยวกับวิถีชีวิตส่วนตัวกับผู้วิจัย

ในขณะที่ผู้วิจัยเขียนเค้าโครงวิจัยด้วยความไม่รู้ในหลาย ๆ ประการ ทั้งในด้านวิทยาวีธีที่นำมาใช้ “ใช้อย่างไร เขียนแล้วต้องทำอะไร” ด้วยความกังวลอยู่นั้น ผู้วิจัยก็พยายามมองหาสนามวิจัย อันหมายถึงผู้ให้ข้อมูลหลักอยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่อเสนอเค้าโครงวิจัยแล้ว ปัญหาที่ตามมาคือจะต้องเข้าไปที่สนามใด ผู้วิจัยได้ “ลงทุน” ไปสมัครเป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 ของโรงเรียนเอกชนมีชื่อแห่งหนึ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยความช่วยเหลือของ “เพื่อน” นาน 1 ภาคเรียน กับอีก 1 ภาคเรียนดูคูเรียน แต่ก็ผิดหวัง เพราะในหลักสูตรตามแผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ประเทศไทยเราเปิดสอนอยู่นั้น เป็นการเปิดสอนให้กับนักเรียนโดยปกติทั่ว ๆ ไป เรียนกัน โดยมีได้คาดหวังว่านักเรียนจะต้องเก่งฟิสิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม ผลจากการกระทำของผู้วิจัยก็ทำให้ผู้วิจัยเข้าใจความรู้สึกของนักเรียนในแผนการเรียนนี้มากขึ้น ตามลักษณะของการตีความทำความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ตามโครงสร้างของงานวิจัยที่ผู้วิจัยพยายามเขียนขึ้นมาตนเอง รวมทั้งเข้าใจหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยไม่เคย

สอนมาก่อนเลย และที่สำคัญที่สุด ทำให้ผู้วิจัยเข้าใจต่อลักษณะนิสัย ระดับของความคิด และความคาดหวังต่อการเรียน ต่อชีวิตของนักเรียนในระดับนี้ วิทยานิพนธ์นี้ได้เป็นอย่างดี

จึงนับได้ว่าเป็นนิมิตหมายที่ดีต่อการเปิดโลกทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาให้กว้างไกล ที่มีนักเรียนในระดับแนวหน้าของประเทศทางด้านฟิสิกส์ มาเล่าวิถีชีวิตของตนเองให้ผู้วิจัยได้ศึกษา ตีความ ให้ความหมาย องค์ความรู้ที่ได้ นั้นจะพบว่าวิถีแห่งการเรียนรู้ทางสังคมมีอิทธิพลสูงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการผลักดันบุคคลจากจุดแรกเริ่มของชีวิตที่เป็นองค์ประกอบทางชีวภาพ ให้พัฒนาต่อเกิดความเป็นตัวตน กลายเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ นั่นคือ “กระบวนการหล่อหลอม” อันประกอบไปด้วย “การสร้างสรรคตนเอง” ด้านคุณลักษณะนิสัย “ การฝึกฝนตนเอง” ด้านทักษะความชำนาญอันเป็นพื้นฐานแต่ละวิชา และ “การบ่มสร้าง” ความเชื่อ เจตคติ ค่านิยม และอุดมการณ์ วัฒนธรรมทางสังคมอันเป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะช่วยสร้างสรรคปัจเจก ที่จะนำพาบุคคลไปสู่เป้าหมายที่ปรารถนา ดังนั้นหากผู้มีอำนาจทางการศึกษาได้ใส่ใจต่อกระบวนการเรียนรู้ทางสังคม อันอาจจะทำให้กิจการของการศึกษาลดชีวิตได้มีสีสันแห่งความมีชีวิตชีวาได้มากกว่านี้ไม่มากนักน้อย คงทำให้ อนาคตของการศึกษาไทย “เปล่งแสงแห่งความหวัง” ได้มากกว่าที่เป็นอยู่เยี่ยงอย่างปัจจุบัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ., (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)*. กรุงเทพฯ :
คุรุสภาลาดพร้าว.
- การุณย์ มหันตวงศ์. (2531). *สภาพการจัดกิจกรรมสร้างเสริมความสนใจทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา*.
วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, อุดรธานี.
- กำจัด มงคลกุล. (2546, มกราคม - กุมภาพันธ์). “บทบาทของมูลนิธิ สอวน. ในการส่งเสริมการยกระดับหลักสูตร
การเรียนการสอนคณิต – วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาให้เทียบได้กับระดับสากล.” วารสารวิทยาศาสตร์
ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ.
- ฉัตรทิพย์ นาถสุภา. (2512). *ระบบเศรษฐกิจเปรียบเทียบ*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- เฉลียว บุรีภักดิ์ และคนอื่นๆ. (2520). *รายงานการวิจัยลักษณะของครูที่ดี*. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). *ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. อุดรธานี.
- ทวี มุขระโกษา และคนอื่นๆ. (2532). *นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก*. กรุงเทพฯ : อักษรพิทยา.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2530). *ตัวประกอบที่สัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสอนของครู ในโรงเรียน
มัธยมศึกษา เขตการศึกษา 7. พิษณุโลก* : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, อุดรธานี.
- ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล. (2527). *จุดหมายสำหรับการเรียนการสอนและพัฒนาหลักสูตร : แนวคิดและแนวปฏิบัติ*.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ธานีรินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา. (2539). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง”* ปรียญวิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, อุดรธานี.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2532). *ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. คณะศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยสยาม, อุดรธานี.
- (2534). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาประเทศญี่ปุ่น เยอรมนีและสหรัฐอเมริกา*. กรุงเทพฯ :
อมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- นภาพรณี หะวานนท์. (2539). “ทฤษฎีฐานราก ทางเลือกในการสร้างองค์ความรู้,” ใน *พัฒนศึกษาศาสตร์ :
ศาสตร์แห่งการเรียนรู้และการถ่ายทอดการพัฒนา*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพฯ : แปลนโมทิฟ.
- นารีรัตน์ พงษ์พิมาย. (2535). *การเปรียบเทียบบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มี
ระดับการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดรธานี.

- นิคม ทาแดง. (2526). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ “การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์” หน้าที่ 8-15 หน้า 85-89 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- นิรนาท แสนสา. (2543). กระบวนการเข้าสู่การใช้ยาบ้าของนักเรียนวัยรุ่น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, อุดลำนานา.
- บุปผชาติ เรื่องสุวรรณ. (2530). การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2529. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, อุดลำนานา.
- บุรินทร์ กำจัดภัย. (2540 ม.ค. – มิ.ย). บทความ “ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์และปรัชญา.” มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 หน้า 109 – 110.
- ปราณี ฐิติวัฒนา. (2523). สังคมวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ปรีชา วงศ์สุทธิ. (2532). ปรัชญาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อุดลำนานา).
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2543 ม.ค. – ก.พ). “สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของนักเรียน ครู อาจารย์ และผู้บริหารการศึกษา ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตภาคใต้ของประเทศไทย”. วารสารวิทยาศาสตร์ สยามมหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ปีที่ 54 ฉบับที่ 1. หน้า 67-70.
- พงษ์จันทร์ จันทยศ. (2543). การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. (2538). รายงานการวิจัย “ศึกษาพฤติกรรมการสอนของอาจารย์คณิตศาสตร์ตามความคิดเห็นของนักเรียน โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย”. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดลำนานา.
- เพียร ชัยขวัญ. (2536). วิทยาศาสตร์กับสังคม. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- ไพวัลย์ ไชยทองศรี. (2541). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของครูฟิสิกส์ในเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). สารัตถะและวิถีวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชา หน่วยที่ 1-4 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- (2537). สารัตถะและวิถีวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชา หน่วยที่ 5-7. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- (2538). พฤติกรรมมนุษย์. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชา หน่วยที่ 1-8. สาขาวิชาศิลปศาสตร์.
- มันจนา ปิยะมาดา. (2511). การสำรวจคุณลักษณะของครูในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดลำนานา.
- ขงยุทธ ขงวงศ์. (2543). รวบรวมบทความวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยจากอดีตสู่อนาคต.. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- รุ่ง แก้วแดง. (2541). รวบรวมบทความการศึกษาไทยในเวทีโลก. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2526). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

- ละเอียด คีลาน้อย. (2538). *คู่มือชมสุริยุปราคาเต็มดวงในประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ : ดอกหญ้า.
- วัชร สุวรรณไตร. (2539). *องค์ประกอบความถนัดทางสติปัญญาในการเรียนฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- วิรุฬห์ สายคณิต และคนอื่นๆ. (2543). *รวมบทความวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยจากอดีตสู่อนาคต..* กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- วิภา ภัทรมัย. (2522). *สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, อัดสำเนา.
- วิรงรอง โรจนกุล. (2530). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผ่นโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ศิริรัตน์ เจริญศรี. (2513). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์กับความต้องการการได้รับและติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ศุภลักษณ์ วัฒนาวินวัส และคณะ. (2542). *วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต*. กรุงเทพฯ : เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ศิริวรรณ คุ้มให้. (2544). *50 นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก*. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2531). *แนวการประเมินผลจิตพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : หน่วยการพิมพ์ สสวท.
- (2531). *รายงานการวิจัย “การเสาะแสวงหาพัฒนาและส่งเสริมปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์ : การศึกษาคุณลักษณะปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์”* สาขาการวิจัยและประเมินผล กรุงเทพฯ : หน่วยการพิมพ์ สสวท.
- (2544). *ทำเนียบและผลงาน นักวิจัย พสวท* กรุงเทพฯ หน่วยการพิมพ์ สสวท.
- (2545). *โครงการจัดตั้งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์- วิชาวิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ*. กรุงเทพฯ หน่วยการพิมพ์ สสวท.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย*. กรุงเทพฯ : ดีไซน์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2541). *รายงานผลการจัดระดับคุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักงานโครงการพิเศษเพื่อการปฏิรูปการศึกษาคณะรัฐมนตรีและบุคลากรทางการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี.
- (2543). *รายงานการสัมมนา เหตุใดเวียดนามจึงประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา?* กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- แสง โสม เกษมศรี, ม.ร.ว. (2498). *ประวัติบุคคลสำคัญของโลก*. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุชา จันทร์อม และสุรางค์ จันทร์อม. (2518). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : แพร์พิทยา,
- สุชาดา รัชชกุล. (2541). *การตั้งครกไม้พื้งปรารถนาและการตัดสินใจทำแท้ง*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

- สุชาติ ลีตระกูล. (2524). *องค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สุรพล บริพันธ์. (2519). *ความโน้มถ่วง*. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- สุภาวดี จันทวานิช. (2542). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2542). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี พลราษฎร์. (2529). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูน กับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิงโต ปุกหุด. (2532). *ปรากฏการณ์ธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. (2545, กรกฎาคม 30). "เด็กไทยชีวเคมี ฟิสิกส์". ฉบับที่ 19283.
- รุจิราพร อินทร โชนิต. (2540). *การศึกษาพฤติกรรมด้านจิตพิสัยถึงระดับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามโครงสร้างทางทฤษฎีของแคธร โสวัล*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- อัยยา โกมลกาญจน, และคณะ. (2520). *ประวัติศาสตร์ของโลก 1*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อัญชลี สิริจันทร์วรวงศ์. (2530). *ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2543). *สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อานนท์ นันกระโทก. (2535). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตคลังชั้น กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อานันท์ กาญจนพันธุ์. (2544). *วิธีคิดเชิงซ้อนในการวิจัยชุมชน: พลวัตและศักยภาพของชุมชนในการพัฒนา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรพิน หงวนศิริ. (2533). *ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบุคคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- Ackerson, Paul Berndt. (1966, July – September). "A Study of the Relationship between Achievement in PSSC Physics and Experience in Recently Developed Courses in Science and Mathematics," *Dissertation Abstracts International*. 27 : 44.
- Andersen, H.O. (1969). *Readings in Science Education for the Secondary School*. New York : Macmillan.
- Barnett, Lincoln. (1957). *The Universe and Dr. Einstein*. New York : Time Incorporated.
- Barron, Frank. (1969). *Creative Person and Creative Process*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Billeh, V.Y. and G.A. Zakhariades. (1975, April-June). "The Development and Application of a Scale For Measuring Scientific Attitudes". *Science Education*. 59 : 156.

- Billeh, V.Y. and M.H. Malik. (1977, October-December). "Development and Application of a Test on Understanding the Nature of Science", *Science Education*. 61(4) : 559-571.
- Billeh, V.Y. and O.E.Hasan. (1973, July). "Factors Affecting Teacher's Gain in Understanding the Nature of Science ", *Journal of Research in Science Teaching*. 12(3) : 209-219.
- Blumer, Herbert. (1966, March). "Sociological Implications of the Thought of George Herbert Mead," *American Journal of Sociology*.
- Blumer, Herbert. (1969). "The Methodological Position of Symbolic Interactionism," *Symbolic Interactionism Perspective and Method*. Englewood Cliffs : N.J Prentics-Hall.
- Brown, Kenneth E. and Phillip G. Johnson. (1952). "Education for the Talented in Mathematics and Science," *Bulletin office of Education Washington*. 15 : 3 – 4.
- Carin, Arthur A., and Robert B. Sund. (1975). *Teaching Modern Science*. 2nd.ed. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company.
- Clifford Geertz. (1973). *Thick Description: Toward an Interpretive theory of Culture in The Interpretation of Cultures*. New York: Basic Books.
- Collette, A.T. (1976). *Science Teaching in The Secondary School : A Guide for Modernizing Instruction*. Boston : Allyn and Bacon.
- Commission on Science Education of the AAAS. (1970). *Science a Process Approach, Commentary for Teachers*. AAAS Xerox Cooperation.
- Cooley, Charles H. (1964). *Human Nature and the Social Order*. New york : Schocken.
- (1972). *Life and the Student*. New york : Alfred A. Knopf.
- (1962). *Social Organization*. New york : Schocken.
- Coopersmith, S. & Feldman, R. (1974). *Fostering a Positive Self-concept and High Self-esteem in The Classroom*. New York: Harper and Row.
- Coulter. D.C., H. Williams and H. Schulz. (1981, February). "Formal Operational Ability and the Teaching of Science Processes", *School Science and Mathematics*. 81(2) : 131-138.
- Cummings, Rhoda. (1995). *Adolescence A Developmental Perspective*. Fort Worth : Harcourt Brace College.
- David, B. Brinkerhoff and Lynn K. (1988). *White Sociology*. 2nd edition, New York : West Publishing Company.
- David, Maynard. (1976, January). "The Effectiveness of a Juidid – Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum." *Dissertation Abstract International*.
- Dewey, J. (1931, June 4). "George Herbert Mead." *The Journal of Philosophy*, XXVIII, 12. Doran, R.L., Freeman, Mae Blacker. (1958). *The Story of Albert Einstein ; The scientist who searched out the Secrets of universe*. New York : Random House.
- Fuhrmann, Barbara Schneider. (1990). *Adolescence, Adolescents*. 2nd ed. Glenview : Scott, Foresman/Little, Brown Higher Education.
- Gagne, R.M. (1965). *Psychology Issues in Science A Process Approach in Psychological Bases of Science a*

- Process Approach*. Washington D.C. : American Association for the Advancement of Science.
- Gardner, P.L. (1975, January – March) “*Attitudes to Science : A Review Studies in Science Education*,”
Science Education. 2 : 1 – 4.
- Gauld, C.F. (1982, January). “*The Scientific Attitude and Science Education: A Critical Reappraisal*,” Science
Education. 66(1) : 109 –121.
- Goffman, Irving. (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. New York : Doubleday.
- Graser, Barney and Strauss, Anselm. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for
Qualitative Research*. New York : Aldine Publishing Company.
- Haney, R.E. (1969). “*The Development of Scientific Attitude*,” Readings in Science Education for the
Secondary School. p. 198 –204. New York: Macmillan.
- Hasan, O.E. (1975, March 12). “*An investigation into Factors Affecting Science Interest of Secondary School
Students*”. Journal of Research in Science Teaching.
- Hoffman, L., L. Lecker & E. Todt. (1985). “*Development and Change in Pupil’s Interests in Physics and
Technology (Grades 5 to 10) : Design of a Logitudinal Study*”. IPN/UNESCO.
- Holton, G. (1973). *Introduction to Concept and Theories in Physical Science*. 2nd edition. California :
Addison-Wesley Publishing Company, 174-183.
- James, R.K. and Stallings, M. (1979). “*Laboratory Teaching Competencies for Secondary Biology Teacher*.”
School Science and Mathematics. LXXIX PP. : 207.
- John E. Conklin. (1987). *Sociology : An Introduction*. 2nd Edition New York : Macmillan Publishing. Company.
- John Walton. (1958). *Six Physicists*. London : Hamish Hamilton.
- Klopfer, L.E. (1971). “*Evaluation of Learning in Science*”. pp. 568-573. Handbook on Formative and
Summative Evaluation of Student Learning. New York : Mc Graw-Hill Book.
- Kolebas, Patricia. (1972). “*The Effect on the intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level
of Third Grade Students Who Have Participated in Science –A Process Approach Science First
Intering School*.” Dissertation Abstracts International.
- Kuslas, L.I. and H.A. Stone. (1968). *Teaching Children Science and Inquiry Approach*. California :
Wodsworth Publishing.
- Leonard Broom and Philip Selznick. (1968). *Sociology*. 4th Edition, New York : Harper International.
- Maurice Natanson. (1956). *The Social Dynamics of George H. Mead*. Washington, D.C., : Public Affairs Press.
- Mead, George H. (1934). *Mind, Self and Society*. Chicago, : The University of Chicago Press.
- Merrey, J. (1970). *The Teaching of Science in Secondary Schools*. London : Cox & Wyman.
- Mohr, H. (1977). *Lectures on Structure and Significance of Science*. New York : Springer-Verlag.
- Munby, H. (1983, February). “*Thirty Studies Involving the Scientific Attitude Inventory : What Confidence
Can We Have In This Instrument?*,” Journal of Research in Science Teaching. 20(2) : 141 –161.
- Oliver, J.S. and R.D. Simson. (1988, April). “*Influences of Attitude Toward Science, Achievement Motivation*

- and Science Self Concept on Achievement in Science; A Longitudinal Study.” Science Education. 72:143 – 155.
- Palmer, G.A. (1979, January). “The Nature of the Scientific Enterprise,” School Science and Mathematics. 66(1) : 13-21.
- Peterson, K.D. (1978, March). “Scientific inquiry Training for High School Student”. Journal of Research in Science Teaching. 15 : 153.
- Pittman, Shirley Gaines. (1993). “The Effect of Educational Productivity factors on eight – grade Interest and Achievement in Science.” Dissertation Abstracts International.
- Poole, William F. (1969, November). *Factor Related to Enrollment in Secondary School Physics, Dissertation Abstracts*. 30 : 1541.
- Powell, Maruin. (1963). *The Psychology of Adolescence*. New York : Bobb – Merrill Book..
- Raymond Aron. (1967). *Main Currents in Sociological Thought 2*. New York : Basic Book..
- Renner, John W., and Don G. Stafford. (1972). *Teaching Science in the Secondary School*. New York : Harper & Row Publishers.
- R.O. Guerin and J. Cavalieri. (1974, July-September). “An Analysis of Several Instruments Measuring Nature of Science”, Science Education. 58(3) : 321-329.
- Ronan, Colin A. (1969). *Sir Isaac Newton*. London : International Profiles.
- Rubba, P.A. and H.O. Andersen. (1978, October – December). “Development of an Instrument to Assess Secondary School Students’ Understanding of the Nature of Science Knowledge,” Science Education. 62(4) : 449-458.
- Snyder, L.L. (1978, January). “How Effective Are Our Teaching Practices”, Science and Children. 16(1) : 31-33
- Stedman, C.H. (1976, November). “On Changing Curricula-Getting to the Heart of the Matter”, Science Teacher. 43(8) : 30-32.
- Sund, R.B. and L.W. Trowbridge. (1967). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Ohio : Charles E. Merrill Publishing.
- Thurber, W.A. and A.T. Collette. (1968). *Teaching Science in Today’s Secondary Schools*. Boston : Allyn And Bacon.
- Trojack, D.A. (1979). *Science with Children*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Victor, E. and Lerner. (1971). *Science for the Elementary School*. New York : Macmillan.
- Wallace, Ruth A. and Wolf, Alison. (1995). *Contemporary Sociological Theory : Continuing the Classical Tradition*. New Jersey : Prentice Hall ; Inc Englewood Cliffs.
- Waston, N.S. (1967). *Teaching Science Creativity in the Secondary School*. Philadelphia : W.B.Saunders.
- Woodburn, John H. and Obourn, Ellsworth S. (1965). *Teaching the Pursuit of Science*. New York : Macmillan Company.
- Woods, Perter. (1983). *Sociology and the School : an interactionist Viewpoint*. London : Routledge & Kegan Paul.

ภาคผนวก

แนวคำถามสัมภาษณ์การวิจัย
เรื่อง
กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์

โดย นายโกวิท เวชศาสตร์

นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ.....อายุ.....ปี ชั้น
เรียน.....โรงเรียน.....

ข้อมูลทั่วไป

เป็นคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลส่วนตัวทั่วไปเกี่ยวกับประวัติชีวิต ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับความเชื่อ

1.1 สนทนาสอบถามเกี่ยวกับชื่อ - ชื่อสกุล ศาสนาที่นับถือ จำนวนพี่น้อง ลำดับที่เกิด ที่อยู่
ปัจจุบัน สภาพแวดล้อมรอบๆที่พักอาศัย

1.2 สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับพ่อ - แม่ ระดับการศึกษา อาชีพและลักษณะการทำงาน

2. ข้อมูลเกี่ยวกับครอบครัว

แนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครอบครัว

เป็นคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลที่ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันกับนักเรียนและครอบครัว ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์ การกำหนดกลวิธี การต่อรอง การลงมือปฏิบัติ เพื่อแสดงพฤติกรรมสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์

2.1 ชักถามถึงช่วงเวลาที่นักเรียนได้สนทนาพูดคุยกับพ่อ - แม่ เรื่องที่สนทนา เพื่อดูบรรยากาศภายในครอบครัว ความสนใจที่พ่อ - แม่มีต่อนักเรียน การยอมรับฟังการแสดงความคิดเห็น หรือเมื่อเกิดข้อขัดแย้งทางความคิดเกิดขึ้นกับพ่อ - แม่ มีการแก้ปัญหาอย่างไร

2.2 ความช่วยเหลือที่พ่อ - แม่ มีต่อนักเรียน ในเรื่องการเรียน เช่น การเลือกโรงเรียน - ครู การกวดขันในการเรียนบางวิชา การทำการบ้านหรืองานในรายวิชา การเรียนพิเศษ อุปกรณ์การเรียน หนังสือและสื่อการเรียนต่าง ๆ

- พ่อแม่ชื่ออะไร ปัจจุบันนักเรียนอาศัยอยู่กับใคร (เช่นอาศัยอยู่กับพ่อ-แม่ หรือญาติ) หากไม่อยู่กับพ่อแม่เพราะอะไร

- ที่บ้านมีกี่คน เป็นคนที่เท่าไร

- พ่อแม่ทำอาชีพอะไร เรียนจบอะไรบ้าง

- บ้านอยู่ไกลจากโรงเรียนหรือไม่ เดินทางมาโรงเรียนอย่างไร

- เวลามีปัญหาการเรียนเคยคุยกับพ่อแม่หรือไม่

- พ่อแม่สอนการบ้านได้หรือไม่ หากไม่ ให้ใครสอน หรือถามใคร
- ถามเรื่องที่เด็กคุย/ปรึกษากับพ่อแม่ว่ามีเรื่องอะไรบ้าง (ตะล่อมถามเพื่อให้รู้ว่า พ่อแม่เป็นที่พึ่ง/หรือให้คำปรึกษา/หรือให้ความช่วยเหลือ ได้ทุกเรื่องตลอดจนการเรียน)
- เคยทำผิดอะไรที่พ่อแม่โกรธ และลงโทษ รู้สึกอย่างไรเมื่อได้รับโทษ
- เคยทำอะไรที่พ่อแม่ชมเชย/ดีใจ/ภูมิใจ คนเองรู้สึกอย่างไร/
- เวลาเรียนได้คะแนนไม่ดีพ่อแม่พูดอย่างไร ให้คำแนะนำอย่างไร หรือว่ากล่าวตักเตือนอย่างไร และช่วยแก้ปัญหาอย่างไร เช่นหาโรงเรียน หาครู เรียนพิเศษ หรือคอยกวาดขันดูแลอย่างไร
- ในบ้านมีพี่น้องเรียนที่ไหน อะไรบ้าง ทำงานอะไร
- กิจกรรมที่นักเรียนชอบทำ/ หรือสนใจทำร่วมกันระหว่างพ่อ-แม่ พี่น้องมีอะไรบ้าง/อย่างไร
- พี่น้องช่วยเหลือการเรียนอย่างไร/ ในบ้านมีใครเรียนเก่ง (ตะล่อมถามเพื่อให้รู้ว่าเขามีการเอาอย่างหรือเลียนแบบเกี่ยวกับการเรียนจากญาติพี่น้องหรือไม่ อย่างไร)

3. ข้อมูลเกี่ยวกับโรงเรียน

แนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสถาบันการศึกษา

เป็นคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลที่ก่อให้เกิดการปฏิสังสรรค์ระหว่างกันกับนักเรียนและสถาบันการศึกษา ในส่วนที่เป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวกับตัวครู และบรรยากาศภายในโรงเรียน ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์ การกำหนดกลวิธี การต่อรอง การลงมือปฏิบัติเพื่อแสดงพฤติกรรมสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์

เป็นการถามถึงประวัติการศึกษาและข้อมูลด้านการเรียน ถามถึงโรงเรียนที่เป็นบริบทซึ่งนักเรียนเคยเรียนว่ารับรู้บรรยากาศ มีความทรงจำเกี่ยวกับ โรงเรียน และมองโรงเรียนอย่างไร

3.1 สนทนาเกี่ยวกับในโรงเรียน ความชอบ ความประทับใจที่มีต่อโรงเรียนที่เคยเรียนมา ในด้านต่างๆ เช่น กิจกรรมการเรียนและกิจกรรมเสริมหลักสูตร อาคารสถานที่ ห้องปฏิบัติการ ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาทางการเรียนและปัญหาส่วนตัว การวัดผลประเมินผล

3.2 สนทนาเกี่ยวกับความชอบ ความประทับใจที่มีต่อครูที่เคยเรียนมา ในด้านการสอน การแก้ปัญหาในชั้นเรียน ความช่วยเหลือในการเรียน

3.3 สนทนาเกี่ยวกับความชอบ ความประทับใจที่มีต่อวิชาต่างๆ โดยเน้นที่ฟิสิกส์ ทำไมถึงชอบ

- เริ่มเรียนที่ไหน โรงเรียนอะไรบ้าง มีการย้ายโรงเรียนหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้ถามถึงความจำเกี่ยวกับการเรียนครั้งแรก ตะล่อมถามตั้งแต่ครั้งอนุบาลได้จะดี ให้ถามถึงความรู้สึกที่มีต่อโรงเรียน พอมาเรียนแล้วเป็นอย่างไร จำได้ไหมครูให้ทำอะไรบ้าง เล่นอะไร ชอบเล่นอะไรที่สุด เรียนอะไร อย่างไร ชอบเรียนหรือไม่ สนุกไหม เรียนเก่งวิชาอะไร และครูสอนเป็นอย่างไร

- ในการเรียนชั้นสูงขึ้นมาเรื่อยๆ (ประถม-มัธยม) เป็นอย่างไร คะแนนวิชาอะไรดี อะไรไม่ดี เพราะอะไร ปรับปรุงตัวอย่างไร เช่นมีการไปกวาดวิชาเรียนพิเศษ/หรืออ่านมากขึ้น หรือไม่อย่างไร

- การสอนของครูเป็นอย่างไร สอนสนุกเข้าใจง่าย/มีวิธีสอนที่ไม่เบื่อ/ใจดี/ถามการบ้านได้ตลอดเวลา/พบบ้าง หรือไม่อย่างไร

- ถามนักเรียนชอบเรียนวิชาอะไรบ้าง ทำไมจึงชอบ/ไม่ชอบวิชาอะไร เพราะอะไร/เนื้อหาที่เรียนยากใหม่/วิชาที่เรียนมากเกินไปหรือไม่ว/ ควรลดวิชาอะไรลงหากเห็นว่ามากเกินไป
- ครูสอนตามหนังสือที่โรงเรียนยึดเป็นหลักหรือไม่/ หากไม่ สอนเกินหรือขาดไปอย่างไร/ หากสอนเกินเอามาจากไหน/ ยากหรือไม่ เวลาสอนเกินเนื้อหาชอบใหม่/ มีวิชาอะไรที่สอนเกิน
- การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชอบอะไรมากที่สุด เพราะอะไร/ ชอบวิชาฟิสิกส์ใหม่ ทำไมถึงชอบ การเรียนฟิสิกส์ให้ได้ดีต้องทำอย่างไร
- ที่โรงเรียนมีกิจกรรมมากไหม กิจกรรมอะไรที่ชอบมากที่สุด เพราะอะไร/ หรือต้องการให้มีกิจกรรมอะไร
- มาเรียนโรงเรียนปัจจุบันเมื่อไหร่ ทำไมจึงย้ายมาเรียนที่นี่
- โรงเรียนที่เรียนอยู่ในปัจจุบันนี้มีนักเรียนประมาณกี่คน ครูกี่คน
- ในห้องมีนักเรียนกี่คน ครูประจำชั้นชื่ออะไร ครูเป็นอย่างไร คุณใหม่ ใจดีไหม ชอบครูในเรื่องอะไร เคยมีปัญหาการเรียนแล้วครูมาแนะนำช่วยเหลือหรือไม่อย่างไร
- นักเรียนเรียนทั้งหมดกี่วิชา มีวิชาอะไรบ้างที่ชอบมากที่สุด/และไม่ชอบ/ วิชาอะไรที่เรียนง่าย/เรียนสนุก / เพราะอะไร
- ห้องเรียน/ หรือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร บรรยากาศเป็นอย่างไร คับแคบหรือสะดวกสบายหรือไม่อย่างไร มีเสียงรบกวนหรือไม่ โรงเรียนน่าเรียนหรือไม่อย่างไร หากน่าเรียนให้บอกเหตุผลหรือไม่เรียนเพราะอะไร
- ครูที่รู้จักคุ้นเคย/สนิทสนมมีใครบ้าง ครูคนนั้นสอนวิชาอะไร ทำไมถึงสนิทสนม
- หากมีครูที่นักเรียนชอบมากที่สุดเป็นพิเศษ เป็นใคร สอนวิชาอะไร ที่ชอบมากที่สุดเป็นเพราะอะไร
- ครูฟิสิกส์เป็นอย่างไร ชอบไหม สอนดีไหม สนุกกับคนฟิสิกส์คนไหนบ้าง เพราะอะไร
- ในการสอบมีการเตรียมตัวสอบอย่างไร (ในวิชาฟิสิกส์) หนักใจไหม
- ข้อสอบยากหรือไม่ สอบแต่ละครั้งได้คะแนนดีหรือไม่ ถ้าได้คะแนนน้อยรู้สึกอย่างไร/ ถ้าได้คะแนนสูงรู้สึกอย่างไร มีการปรับปรุงตัวอย่างไรบ้าง
- อาจารย์มีความยุติธรรมในการตัดสิน ให้คะแนนหรือไม่อย่างไร
- กฎระเบียบของโรงเรียนเป็นอย่างไร ชอบหรือไม่ชอบอย่างไร ถ้าชอบ/ หรือไม่ชอบเป็นเพราะอะไร

4. ข้อมูลเกี่ยวกับเพื่อน

แนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับกลุ่มเพื่อน

เป็นคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลที่ก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันกับนักเรียนและกลุ่มเพื่อน ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์ การกำหนดกลยุทธ์ การต่อรอง การลงมือปฏิบัติ เพื่อแสดงพฤติกรรมสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์

- 4.1 สนทนาเกี่ยวกับกลุ่มเพื่อนที่นักเรียนคบ ในด้าน การเลือกคบ ลักษณะเพื่อนที่นักเรียนคบ ทำไมถึงเลือกคบเพื่อน ในลักษณะนั้นๆ
- 4.2 กิจกรรมระหว่างกันกับนักเรียนและเพื่อน มีอะไรบ้าง ลักษณะของกิจกรรม ความช่วยเหลือระหว่างกัน

- ตอนเรียนประถมมีเพื่อนสนิทใครบ้าง มีกี่คน ทำกิจกรรมหรือเล่นอะไรกันบ้างกับเพื่อน
- พอมาเรียนระดับมัธยม เพื่อนก็ยังคบกันอยู่หรือเปล่า หรือห่างกัน ไปมาหาสู่กันหรือเปล่า
- ปัจจุบันมีเพื่อนสนิทกี่คน มีกิจกรรมร่วมกันอะไรบ้าง หรือคุยกัน/ช่วยเหลือกันในเรื่องใดบ้าง
- ในเรื่องเรียนเคยช่วยเหลือระหว่างกันกับเพื่อนอย่างไรบ้าง หรือเวลาเรียนถามเพื่อนบ้างหรือเปล่า
- มีเพื่อนคนไหนบ้างที่ถามบ่อย/หรือปรึกษาเรื่องการเรียนมากที่สุด เพื่อนยินดี/เต็มใจทุกครั้งที่ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่

- คิดอย่างไรกับเพื่อนทำไมเขาจึงช่วยเหลือเรา (ตะล่อมถามเขาเต็มใจช่วยเหลือเราเพราะอะไร หรือไม่เต็มใจช่วยเหลือเพราะอะไร)

- มีวิชาอะไรบ้างที่ถามเพื่อนบ่อย
- เพื่อนช่วยเหลือเราได้ทุกเรื่องหรือเปล่า
- ในกลุ่มฟิสิกส์ มีเพื่อนสนิทใครบ้าง ที่พูดคุยกันเรื่องฟิสิกส์
- เวลาทำกิจกรรมการเรียนฟิสิกส์มีอะไรบ้าง (ตะล่อมถามเพื่อให้ทราบรายละเอียดถึงกิจกรรมการเรียนฟิสิกส์ให้มากที่สุดทั้งลักษณะของกิจกรรม สถานที่ และความดี)
- พ่อ แม่ของเพื่อนดูแลช่วยเหลือดีหรือไม่/ เต็มใจหรือไม่ เวลาไปทำกิจกรรมกับเพื่อน
- มีเพื่อนที่เก่งฟิสิกส์หรือเปล่า เห็นคนเก่งฟิสิกส์แล้วรู้สึกอย่างไร อยากเก่งเหมือนเขาไหม อยากเก่งฟิสิกส์เพราะอะไร

- เวลาทำกิจกรรมเกี่ยวกับฟิสิกส์ ในความเห็นของนักเรียนมองนักเรียนกลุ่มอื่นๆ อย่างไรเขาเก่งฟิสิกส์หรือไม่ รู้สึกต่อเด็กที่เก่งฟิสิกส์อย่างไร เคยรู้ไหมว่าเด็กกลุ่มเก่งฟิสิกส์เขาทำอะไร/อย่างไร เคยพูดคุยกับเขาไหม

- เคยคุยกับเพื่อนที่ไม่ได้เรียนฟิสิกส์ไหม เคยขอความเห็นหรือความช่วยเหลือจากเด็กกลุ่มนี้ไหม (ตะล่อมถามความเห็นที่นักเรียนได้จากเด็กกลุ่มที่ไม่ใช่ฟิสิกส์)

- คิดว่าตนเองก่อนจะมาเรียนฟิสิกส์จะเรียนสู้เพื่อนได้ไหม สู้ได้หรือไม่ได้เพราะอะไร พอมาเรียนจริงๆ แล้วคิดว่าเหมือนกับที่คิดไว้หรือเปล่า

- กรณีที่สู้เพื่อนไม่ได้ คิดอย่างไร อยากเปลี่ยนโปรแกรมใหม่ หรือปรับปรุงตัวอย่างไร

- คิดว่าการเรียนฟิสิกส์เราต้องทำอะไรบ้าง มีวิธีการทำงานเป็นกลุ่ม/หรือแบ่งงานกันอย่างไร มีการเอาเปรียบกันหรือไม่ เก่งกันไหม ยุติธรรมหรือเปล่า

5. ข้อมูลเกี่ยวกับสื่อมวลชน

แนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสื่อมวลชน

เป็นคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลที่เกิดการปฏิสังสรรค์ระหว่างกันกับนักเรียนและสื่อมวลชน ประกอบด้วย วิทยุ - โทรทัศน์ วิทยุกระจายเสียง ภาพยนตร์ อินเทอร์เน็ต วารสารสิ่งพิมพ์ ป้ายประชาสัมพันธ์ และหนังสือพิมพ์ ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์ การกำหนดกลวิธี การต่อรอง การลงมือปฏิบัติเพื่อแสดงพฤติกรรมสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์

5.1 สนทนาเกี่ยวกับลักษณะ ชนิด ประเภทของข้อมูลข่าวสารที่นักเรียนสนใจหรือชอบ ทำไมถึงสนใจหรือชอบ

5.2 สนทนาเกี่ยวกับการได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารที่สนใจหรือชอบ แหล่งที่มาของข้อมูลข่าวสารที่นักเรียนสนใจหรือชอบ

5.3 สนทนาเกี่ยวกับการลักษณะของการ ติดตามข่าวสาร หรือวิธีให้ได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสาร

- ดูทีวีบ่อยไหม ช่วงไหนบ้าง ชอบดูช่องไหน ชอบรายการอะไรบ้าง ทำไมถึงชอบ คิดว่าทีวีให้สาระความรู้ในด้านใดบ้าง มีรายการอะไรที่ให้สาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์/หรือฟิสิกส์ ชอบรายการนั้นหรือเปล่า เพราะอะไร

- เคยได้ความรู้ทางฟิสิกส์จากรายการทีวีหรือไม่ รายการอะไร คิดอย่างไรกับรายการนั้น

- อ่านหนังสือพิมพ์บ่อยไหม ชอบคอลัมน์/รายการอะไร มีเรื่องอะไรที่สนใจมากในหนังสือพิมพ์

- เคยทราบข่าวทางหนังสือพิมพ์หรือทางทีวี ที่มีผู้ได้รับรางวัลทางวิทยาศาสตร์ หรือฟิสิกส์ต่างๆ หรือเปล่า รู้สึก/คิดอย่างไร

- มีโอกาสเล่นอินเทอร์เน็ตมากไหม ในช่วงใดบ้าง ชอบหรือประทับใจการใช้อินเทอร์เน็ตในเรื่องใด/ด้านใด

- คิดว่าได้รับประโยชน์จากการใช้อินเทอร์เน็ตในด้านใดมากที่สุด

- สิ่งที่นักเรียนคิดว่ามีความสำคัญทางด้านฟิสิกส์มากที่สุดคืออะไร ลักษณะที่นำเสนอในปัจจุบันดีหรือยัง ควรนำเสนอในลักษณะใด/รูปแบบใด

6. ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

แนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

เป็นคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลที่เกิดการปฏิสังสรรค์ระหว่างกันกับนักเรียนและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อาทิเช่น ผลผลิตทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แวดล้อม และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ปรากฏให้เห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการตัดสินใจ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การปฏิสังสรรค์ การกำหนดกลวิธีการต่อรอง การลงมือปฏิบัติเพื่อแสดงพฤติกรรมสะท้อนตัวตนความเป็นนักฟิสิกส์

สนทนาเกี่ยวกับความรู้สึกและการปฏิบัติตนต่อผลผลิตทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่นักเรียน ชอบ สนใจ หรือประทับใจ

- เคยสงสัย หรือประทับใจเกี่ยวกับเหตุการณ์/เทคโนโลยี หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติอะไรบ้างหรือไม่ คิดว่าวิชาฟิสิกส์จะช่วยอธิบายความอยากหรืออยากเห็นได้หรือไม่ อย่างไร

- เคยสนใจ/ประทับใจเกี่ยวกับประวัตินักฟิสิกส์คนไหนบ้าง รู้สึกอย่างไร อยากเก่งเหมือนเขาไหม

- ถามความรู้สึกเกี่ยวกับการเป็นนักเรียนฟิสิกส์ รู้สึกอย่างไรที่มาเป็นนักเรียนฟิสิกส์ สนุกไหม ชอบไหม หลังจากนั้นแล้วจะเรียนอะไรต่อ ทำไมถึงเลือกเรียนทางนั้น

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายโกวิทช์ เวชศาสตร์
เกิดวันที่	29 มิถุนายน 2501
สถานที่เกิด	อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 49/306 หมู่ที่ 19 ถนนนิมิตรใหม่ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2515 - 2518	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเซนต์ในพิทยาคาร จ.อุบลราชธานี
พ.ศ. 2518 – 2520	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูบุรีรัมย์
พ.ศ. 2523	พ.ม. จากกระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2525 – 2527	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) เกียรตินิยมอันดับ 2 จากวิทยาลัยครูสุรินทร์
8 August to 5 November 1988	CERTIFICATE Course 1562 Training In The Development And Improvisation Of Teaching Aids And Apparatus In Primary Science And Mathematics Conducted at SEAMEO RECSAM at Penang, Malaysia
2 March to 9 May 1998	CERTIFICATE Course AB – 413: Action Research: Improving Teaching in Science And Mathematics Conducted at SEAMEO RECSAM at Penang, Malaysia
พ.ศ. 2542-2547	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ