

ธรรมชาติการเรียนรู้ กับการสอนวิทยาศาสตร์

สุนีย์ คล้ายนิล*

ความอยากรู้อยากเห็นคือแรง ผลักดันโลก

วิวัฒนาการของชาติพันธุ์มนุษย์ นับเป็นสิ่งมหัศจรรย์อย่างยิ่ง สิ่งที่ทำให้มนุษย์มีวิวัฒนาการ แตกต่างจากสัตว์อื่นๆ คือ การพัฒนาการเรียนรู้ มนุษย์แรกเริ่มก็ไม่ต่างจากสัตว์ทั่วไป อยู่ในป่าเช่นเดียวกับบรรดาสัตว์อื่นๆ มีสมมติฐานว่ามนุษย์มีบรรพบุรุษร่วมกันกับวานร (Ape) และมีวิวัฒนาการมาจนเป็นมนุษย์ยุคแรก (Homo sapiens) ซึ่งยังคงดำรงชีวิตอยู่ในป่าเช่นเดียวกับสัตว์อื่น

แต่สิ่งที่ทำให้มนุษย์มีวิวัฒนาการหนีห่างจากสัตว์ คือการเรียนรู้ มนุษย์มีสติปัญญา มีความอยากรู้อยากเห็น อยากหาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ จากที่เคยอาศัยป่าดงพงพีก็เริ่มมีการนำสัตว์มาเลี้ยง มีการเพาะปลูก มนุษย์อยู่ร่วมกันเป็นชุมชน ชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากชีวิตในป่า เริ่มเป็นสังคมเกษตรกรรม มีเวลาที่จะถ่ายโอน

ความรู้ให้รุ่นลูกรุ่นหลาน เริ่มมีผู้นำ มีเจ้าสำนักวิชาความรู้ จนในที่สุดกลายเป็นผู้มีอำนาจทางปัญญาความคิด ผู้อื่นต้องเรียนรู้จากการถ่ายทอดความรู้เท่านั้น ไม่สามารถจะคิดนอกเหนือไปจากแนวความคิดนั้นได้

อย่างไรก็ตาม ความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ผู้มีปัญญาไม่เคยหยุดอยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น ประวัติศาสตร์จะบอกว่าแม้ คอปเปอร์นิคัส หรือ กาลิเลโอ จะถูกไต่สวน ถูกลงโทษ ด้วยสาเหตุที่คิดและเผยแพร่ความคิดที่ขัดกับนักปราชญ์ ในยุคก่อน ก็ไม่สามารถหยุดยั้งความคิด ความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ได้ จึงเกิดการศึกษาค้นคว้า มีการประดิษฐ์เครื่องมือใหม่ๆ มากขึ้น จนสังคมโลกเปลี่ยนแปลงเข้าสู่สังคมอุตสาหกรรม และเนื่องจากการค้นหาความรู้ในระยะหลังๆ เป็นไปอย่างเข้มข้น โลกจึงเปลี่ยนแปลงเร็วมาก แม้ว่าจากยุคเกษตรกรรมเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรมจะใช้เวลาหลายพันปี แต่เพียงไม่กี่ร้อยปีในยุคอุตสาหกรรมโลกก็เข้าสู่ยุคเทคโนโลยีสื่อสารและสารสนเทศซึ่งเป็นจุดที่ทำให้โลกติดต่อกันได้อย่างไร้พรมแดน และโลกกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้มีสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้นในโลก เช่น เรื่องของชีววิทยาเชิงโมเลกุล ซึ่งสามารถสร้างสิ่งมีชีวิตพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ

ธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์

ธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์มีสองแบบ คือ การเรียนรู้ที่เกิดจากธรรมชาติในความอยากเห็น อยากรู้ อยากลอง การเรียนรู้ลักษณะนี้คือตัวที่ผลักดันโลกทำให้โลกมีสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้น การเรียนรู้อย่างที่สอง คือ การ

*ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สสวท. E-mail : sklai@ipst.ac.th

เรียนรู้จากการถ่ายโอนความรู้ของคนรุ่นก่อนสู่คนรุ่นหลัง การเรียนรู้อย่างหลังนี้เกิดขึ้นเร็วมาก เพราะไม่ต้องเสียเวลาศึกษาค้นคว้า แต่สามารถรับรู้จากการบอกเล่า การถ่ายทอดของผู้รู้ ประกอบกับธรรมชาติของมนุษย์ที่เต็มไปด้วยการแข่งขัน การแย่งชิง การแสวงหาผลประโยชน์จากความรู้อื่นมีมากขึ้นทุกวัน การเรียนรู้อย่างหลัง จึงกลายมาเป็นแบบฉบับที่คนส่วนใหญ่เป็น (Norm) เพราะเกิดได้เร็วทันใจ ไม่ต้องเสียเวลา ไม่ต้องใช้ความพยายามมาก แต่กลับนำมาใช้ประโยชน์ได้รวดเร็วมาก เร็วกว่าผู้ที่คิดค้นหาความรู้เอง

แรงจูงใจในการเรียนรู้: ต้องการผลสัมฤทธิ์ กับอยากรู้อยากเห็น

การวิจัยของนักจิตวิทยาการศึกษาเรียนรู้ก็สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ ดังกล่าว ผลการวิจัยเปิดเผยว่า แรงจูงใจในการเรียนรู้ของคนอาจจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่มีแรงจูงใจจากความต้องการสัมฤทธิ์ผล เรียกว่า พวก Achiever และกลุ่มที่มีแรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็นของตน เรียกว่าพวก Curious

กลุ่มแรก ต้องการสัมฤทธิ์ผล (Achiever)

กลุ่มแรกเป็นพวกที่ต้องการสัมฤทธิ์ผลในชีวิต กลุ่มนี้รวมถึง พวกที่ต้องการผลักดันตนเองให้อยู่บนจุดสูงสุดในทุกขณะของชีวิต พวกที่ต้องการตอบสนองสำนึกในหน้าที่ เช่น หน้าที่ของลูกที่ดี หรือนักเรียนที่ดี ที่ต้องเรียนให้เก่ง และพวกที่มีแรงจูงใจจากทางสังคม คือ ต้องการให้สังคมยกย่องว่าเป็นคนเก่ง พวกนี้จะไม่ทำอะไรตามความชอบหรือความสนใจของตัวเอง แต่จะใช้ความชอบของสังคมตัดสิน เป็นต้นว่าการสอบเข้าเรียนแพทย์ มีนักเรียนหลายคนไม่ชอบวิชานี้เลย แต่มีความรู้สึกว่าจะต้องสอบเข้าเรียนให้ได้ เพราะสังคมให้ความสำคัญ

กลุ่มที่สอง อยากรู้อยากเห็น (Curious)

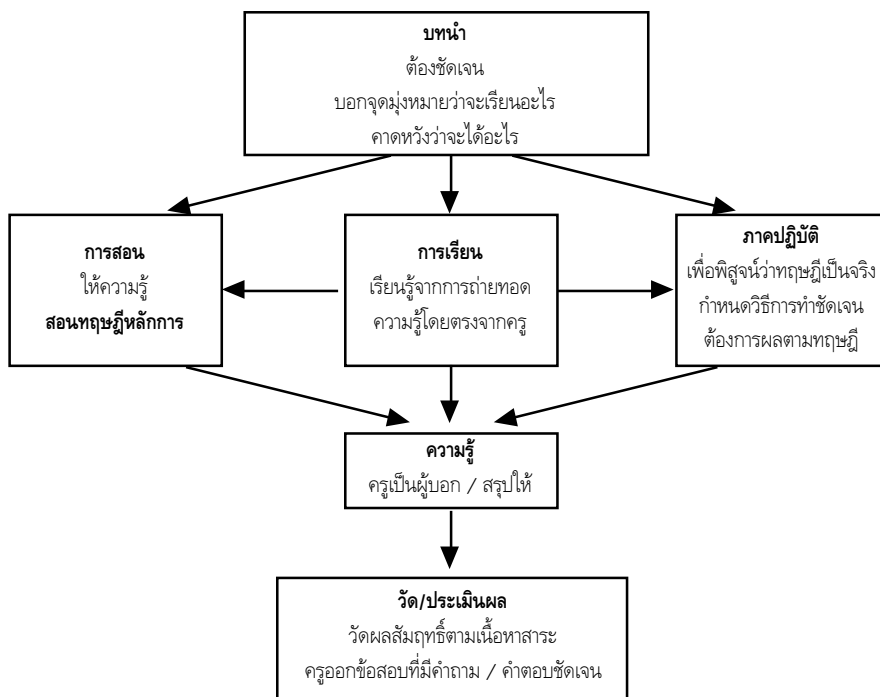
กลุ่มนี้มีแรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง กลุ่มนี้ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ จึงชอบที่จะค้นหาความรู้ สำรวจ ทดลอง เก็บข้อมูล และหาคำอธิบายข้อมูลด้วยตนเอง ตลอดจนนำความรู้มาสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ กลุ่มนี้อาจจะถือได้ว่าเป็นกลุ่มที่ผลักดันให้โลกเปลี่ยนแปลง เป็นต้นว่า ผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบสิ่งใหม่ เช่น ประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ทำให้โลกเปลี่ยนแปลง เป็นต้นว่าเปลี่ยนแปลงเข้าสู่โลกอุตสาหกรรม เข้าสู่ยุคคอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีสารสนเทศ และจะเปลี่ยนแปลงไปอีกรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะมนุษย์พวกนี้ไม่เคยอยู่นิ่ง ไม่มีเบื่อหน่ายในความรู้ที่โลกมีอยู่แล้ว ณ ปัจจุบัน

การสอนสำหรับกลุ่มสัมฤทธิ์ผล

เนื่องจากกลุ่มสัมฤทธิ์ผล มีความพึงพอใจที่ตนมีความรู้มากกว่าคนอื่น สอบได้คะแนนดีกว่าผู้อื่น พ่อแม่ ครูอาจารย์ก็พอใจ ลักษณะการเรียนรู้ของผู้ที่มีแรงจูงใจแบบนี้ จึงต้องการความชัดเจน ไม่ต้องตีความ ชอบการเรียนรู้จากการถ่ายโอนความรู้จากผู้รู้ นั่นคือจากครู จากผู้ช่วยสอน จากรุ่นพี่ จากอาจารย์กวดวิชา การสอนจึงต้องมีรูปแบบชัดเจน

เข้าใจง่ายเป็นต้นว่า การนำเข้าสู่บทเรียนต้องชัดเจนว่าจะเรียนเรื่องอะไร หัวข้อใด ในกิจกรรมการสอน ครูต้องเป็นผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้ สอนหลักการ ทฤษฎีที่ชัดเจน คนกลุ่มนี้ชอบให้ครูสอนเนื้อหาหลายๆ ถ้ามีการปฏิบัติการ ก็จะเป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์ หรือยืนยันว่าความรู้ที่ครูสอนไปนั้นเป็นจริงตามทฤษฎี หรือเป็นไปตามหลักการที่รู้มา ดังนั้นวิธีการทำต้องชัดเจน และต้องได้ผลตามทฤษฎี สำหรับการวัดผล คนพวกนี้ชอบให้ครูวัดผลสัมฤทธิ์ตามเนื้อหาสาระที่ครูสอนไป ด้วยข้อสอบที่ตรงไปตรงมา มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบรูปการสอนสำหรับแรงจูงใจกลุ่มแรก อาจสรุปได้ดังนี้

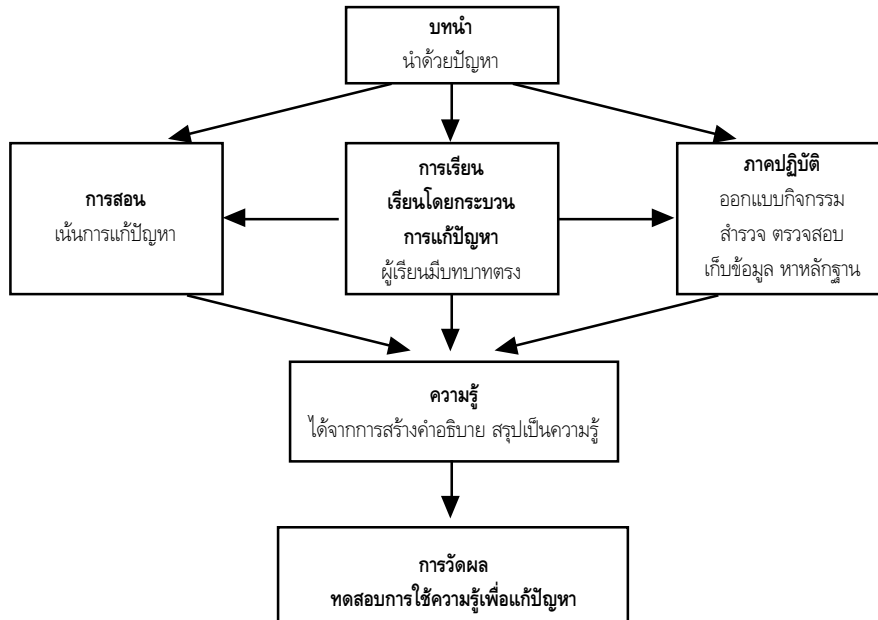
การสอนสำหรับกลุ่ม Achiever



การสอนสำหรับกลุ่ม Curious

ส่วนกลุ่มที่ได้แรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็นของตนเองกลุ่มนี้มีความกระหายที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ค้นพบความรู้ใหม่ จะมีความภาคภูมิใจที่จะได้รู้ในสิ่งที่คนอื่นยังไม่รู้ จึงไม่ชอบการเรียนรู้จากการถูกบอก แต่ชอบที่จะเรียนรู้จากความสนใจของตนเอง ชอบทำการสำรวจ (Exploration) ตรวจสอบโลกธรรมชาติ (Investigation of Nature) จึงชอบการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถ ชอบสืบหาความรู้ การสอนนักเรียนที่มีแรงจูงใจกลุ่มนี้ จึงต้องสอนด้วยวิธีสืบหาความรู้ หรือวิธีที่มีการนำด้วยปัญหา การสอนจะเน้นการแก้ปัญหา หรือ ตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้ สำหรับกิจกรรมภาคปฏิบัติ คนพวกนี้ชอบทำการสำรวจ ตรวจสอบ เก็บข้อมูลด้วยตนเอง แล้วนำมาหาคำอธิบายข้อมูลที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่สังเกตเห็น ซึ่งอาจเสนอเป็นรูปแบบได้ดังนี้

การสอนสำหรับกลุ่ม Curious



การจัดการเรียนการสอนที่อ้างว่าเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นต้องจัดการให้สามารถตอบสนองความสนใจและความต้องการของผู้เรียนให้ได้ เช่น ถ้าใช้วิธีการแรกสอนพวก Curious เด็กจะไม่อยากเรียนเพราะไม่มีอะไรท้าทายความอยากรู้อยากลอง จึงมักพูดกันว่าครูสอนน่าเบื่อหน่าย ในทางตรงกันข้ามถ้านำวิธีหลังไปสอนพวกกลุ่มแรกเด็กจะไม่รู้สึกว่าได้เรียนรู้อะไรจากครู จะคิดว่าครูทำให้ขาดโอกาสที่จะได้ความรู้ตามเนื้อหาวิชามากพอที่จะนำไปตอบข้อสอบได้ นักเรียนจึงไม่พอใจการสอนแบบนี้ เพราะคิดว่าครูทำให้เขาโง่ ดังที่เป็นประเด็นที่นักเรียนคนหนึ่งพูดว่าเป็น “ควายเซินเตอร์” ที่โคตรคร้ามเมื่อไม่นานมานี้

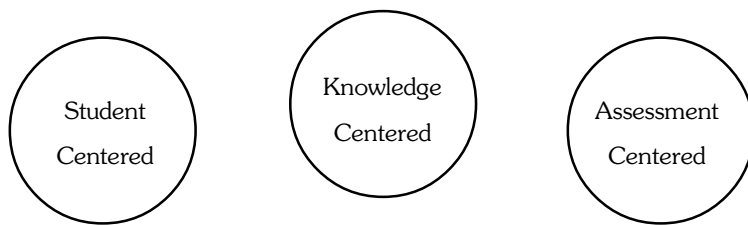
ดังนั้น ผู้สอนที่อ้างว่าสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงต้องรู้จักนักเรียน รู้จักแรงจูงใจในการเรียน ว่านักเรียนของตนมีแรงจูงใจประเภทใด แล้วจัดได้สอดคล้องกับความต้องการ การเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นแบบใดจะดีหรือไม่ดีแล้วแต่ว่าผู้เรียนจะรับได้หรือไม่จึงจะถูกต้องสอดคล้องกับวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทุกวันนี้แนวปฏิบัติของครูส่วนหนึ่งซึ่งไม่น้อย คือ ถือว่านักเรียนเป็นศูนย์กลาง และเป็นผู้สร้างความรู้เอง จึงมักปล่อยให้ให้นักเรียนเรียนรู้เอง (ถ้าครูคนไหนยังสอนอยู่ถือว่าทำผิด)

ความขัดแย้งระหว่าง 3 ศูนย์กลาง: นักเรียน-ความรู้-การวัดผล

ในทางปฏิบัติเรื่องการเรียนการสอนขณะนี้ มีพูดกันถึงความขัดแย้งของแนวปฏิบัติ 2 ประเด็น คือ การเรียนการสอนที่มี **นักเรียนเป็นศูนย์กลาง** (Student Centered) หรือไซล์เซินเตอร์ กับ การเรียนการสอนที่มี **ความรู้เป็นศูนย์กลาง** (Knowledge Centered) หรือบางทีก็เรียกว่า **ครูเป็นศูนย์กลาง** (Teacher Centered) แผนระดับนโยบายต้องการนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยได้เขียนลงไปเป็นพระราชบัญญัติการศึกษา และในรัฐธรรมนูญ และถึงแม้จะพยายามเลี่ยงใช้คำอื่นเช่น นักเรียนสำคัญที่สุด แต่ก็พูดกันติดปากว่านักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือไซล์เซินเตอร์ ครูก็พยายามสอนแบบไซล์เซินเตอร์ เพื่อตอบสนองนโยบาย แต่นักเรียนกลับต้องการ**ความรู้เป็นศูนย์กลาง** ดังที่ได้ออกมาโวยวายเรื่องครูที่สอนแบบไซล์เซินเตอร์ ว่าทำให้เขาโง่ เพราะครูไม่ได้ให้ความรู้อะไร และก็ไม่มีนักเรียนคนอื่นออกมาปฏิเสธว่าพวก

เขาไม่ได้คิดเช่นนั้น พ่อแม่ ผู้ปกครอง เองก็ต้องการให้ลูกหลานเรียนอย่างที่มีความรู้เป็นศูนย์กลาง เพราะนิยมส่งลูกหลานไปกวดวิชากันทั้งสิ้นทั้งที่รู้ว่า โรงเรียนกวดวิชาคือที่อัดความรู้เนื้อหาวิชาให้เด็ก โดยมีได้สนใจว่าเด็กจะรับได้เท่าไร หรือไม่ เพราะครูกวดวิชามีหน้าที่บอกความรู้เด็กแต่เพียงอย่างเดียว

แต่ถ้ามองกันจริงๆ แล้วทั้งครู นักเรียน และผู้ปกครอง มีได้หวังไว้นักเรียนจะได้ความรู้เนื้อหาวิชาสักเท่าไร พ่อแม่ไม่เคยถามว่านักเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด อย่างดีที่สุดที่พ่อแม่จะถามลูกคือ “ทำข้อสอบได้ไหม” ครูที่ทบทวนวิชาความรู้คือสรรหาข้อสอบมาให้ให้นักเรียนทดลองทำกันหลายๆ หลากหลายรูปแบบ หลากหลายที่มา ทำแล้วทำอีก ไม่ได้เป็นห่วงว่านักเรียนจะรู้เรื่อง หรือเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปมากน้อยเพียงใด แต่เป็นห่วงว่านักเรียนจะทำข้อสอบไม่ได้ที่เป็นเช่นนี้เพราะครูยึดศูนย์กลางเดียวเท่านั้นคือ **การวัดผลเป็นศูนย์กลาง** (Assessment Centered) และการเรียนการสอนก็ถือว่าแต่ละศูนย์กลางต่างอยู่แยกกัน โดยไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกันเลย



ครูที่สอนแบบความรู้เป็นศูนย์กลาง ก็จะไม่เสียเวลาดูว่านักเรียนเรียนได้หรือไม่ รับไหวหรือไม่ เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายอย่างไร หรือไม่ เพราะถือว่าได้ทำหน้าที่ของตนแล้วคือการโยนความรู้ไปเรื่อยๆ มากๆ ส่วนนักเรียนจะรับได้หรือไม่ นั่นถือว่าเป็นหน้าที่ของผู้เรียนเอง ไม่เกี่ยวข้องกับผู้สอน ตัวอย่างที่เห็นชัดเจนได้แก่โรงเรียนกวดวิชา

ส่วนแนวปฏิบัติที่ถือว่าสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลางหรือเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น ที่จริงแล้วเรายังไม่เข้าใจว่าการสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลางนั้นคืออย่างไร ครูส่วนมากเข้าใจเพียงว่า คือการสอนโดยให้เด็กเป็นตัวดำเนินเรื่องเองในการเรียน โดยไม่พะวงว่าการสอนนั้น ตรงกับความสนใจ แรงจูงใจ หรือความต้องการของนักเรียนหรือไม่ ขำร้ายยังตรงกันข้ามกับกระบวนการให้นักเรียนแสวงหาความรู้เอง กล่าวคือ เมื่อใดที่ครูเข้าห้องสอน ก็แบ่งกลุ่ม แล้ว**แจกใบ**ทั้งหลายอันได้แก่ **ใบความรู้ ใบงาน ใบอะไรต่อมิอะไร** ให้เด็กไปทำตาม “ใบ” ที่ว่า นำผลมารายงาน ผิด ถูก รู้มากหรือน้อยครูก็ไม่ว่า เพราะให้เด็กสร้างความรู้เอง กลุ่มไหนรายงานไม่ทันครูก็ไม่มีโอกาสรู้ว่าความรู้ที่ได้ถูกหรือไม่ แล้วครูก็นำวิธีการมาทำผลงานภายใต้หัวข้อ “การสอนเรื่อง... โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือ เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ” ฯลฯ ซึ่งที่จริงแล้ววิธีการดังกล่าวนี้ไม่เป็นอะไรเลยสักวิธีเดียว ไม่เป็นแม่กระทั่งวิธีสอน เพราะการที่นักเรียนได้ใบความรู้ไป กระบวนการเรียนหรือการแสวงหาความรู้ก็จบลงแล้ว

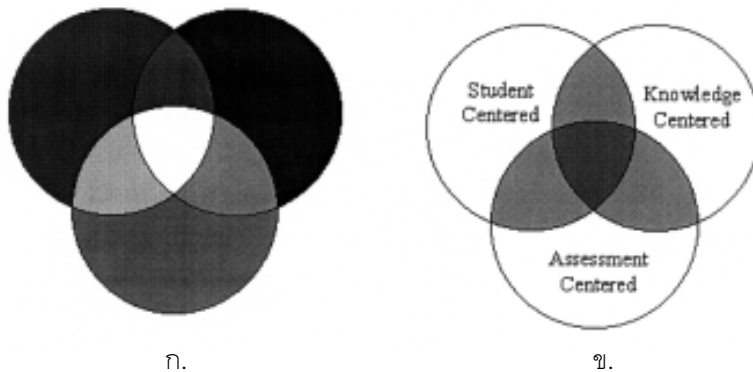
ในด้านการวัดผล เท่าที่ปฏิบัติกันเป็นส่วนใหญ่ การวัดผลถูกนำมาใช้ในบทบาทดังนี้

1. เพื่อตัดสินผลการเรียน เพื่อบอกว่านักเรียนมีระดับคะแนนเท่าไร หรือ อยู่ที่ลำดับเท่าไร
2. เพื่อการคัดเลือกนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเรียนต่อในลำดับที่สูงขึ้น หรือสอบแข่งขันเพื่อรับรางวัลรับทุน
3. เพื่อโรงเรียนจะรายงานได้ว่าโรงเรียนนี้มีนักเรียนสอบชิงทุน ได้รางวัล หรือเข้ามหาวิทยาลัยได้เท่าไร เท่าที่เป็นอยู่ โรงเรียน ครู และนักเรียนให้ความสำคัญกับการวัดผล การเรียนการสอนมุ่งที่จะให้นักเรียนตอบข้อสอบได้

ตัวอย่างที่ปรากฏชัดเจนคือข้อสอบเข้าศึกษาต่อ ทั้งในระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ซึ่งโรงเรียนมักหาข้อสอบมาให้ นักเรียนทำแล้วทำอีกมากกว่าการทบทวนสาระเนื้อหาของการเรียนหรือกระบวนการที่นักเรียนควรจะใช้คิด หรือแก้ปัญหา โดยดูเหมือนจะเชื่อว่าการทำข้อสอบได้ (ไม่ว่าจะได้จากการเดา การตีความตอบของข้อสอบข้อนั้นๆ การแกะเคล็ดลับของการเลือกตัวเลือกของข้อสอบ) คือผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ แท้ที่จริงแล้วการจะให้เด็กเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องหมั่นฝึกให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกต้อง เปรียบเสมือนการเลี้ยงหมูที่เขบอกกันว่า “ถ้าต้องการให้หมูมีน้ำหนักดี ก็ต้องหมั่นเพียรให้อาหารหมู ไม่ใช่เพียรจับหมูมาชั่งน้ำหนักชั่งแล้วชั่งอีก”

ข้อเสนอแนะ:

การเรียนการสอนที่ดี ควรจะนำศูนย์ทั้งสามศูนย์ให้มีส่วนเกี่ยวพันกันให้มากที่สุด กล่าวคือการสอนที่เน้น Knowledge Centered ก็ต้องสนใจนักเรียนด้วยว่ามีแรงจูงใจแบบใด และสอนให้สอดคล้องกับแรงจูงใจของนักเรียน ดังที่ได้เสนอไว้แล้วข้างต้น ส่วนการสอนที่เน้น Student Centered ก็ต้องคอยตรวจสอบเสมอว่านักเรียนได้ความรู้หรือไม่อย่างไร นักเรียนสร้างความรู้ผิด บ้างหรือไม่ เพราะการที่นักเรียนสร้างความรู้ เสี่ยงกับการสร้างความรู้ที่ผิด (สูนีย์ คล้ายนิล 2542) และนำ Assessment Centered มาใช้ในการตรวจสอบว่านักเรียนเรียนรู้อะไรหรือไม่ มีความเข้าใจที่ผิดพลาด (Misconception) ที่ใดบ้าง นั่นคือการใช้ผลการสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ถ้าจะเปรียบเทียบการผสมทั้งสามศูนย์กลางเข้าด้วยกันให้เห็นเป็นรูปธรรม จะเปรียบเทียบได้ดั่งเช่นการผสมแม่สีของแสงสีที่ให้ส่วนที่ซ้อนกันเป็นแสงสีต่าง ๆ และแสงสีที่เกิดจากแม่สีทั้งสามมาผสมกัน (ตรงกลาง) คือแสงสีขาว เปรียบเหมือนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่ควรแยกแต่ละศูนย์ออกจากกัน แต่ต้องพยายามทำให้ทั้งสามศูนย์ซ้อนเกี่ยวกัน ดังนั้นในการสอนที่ดีครูต้องพยายามทำให้ส่วนที่เป็นแสงสีขาวมีพื้นที่กว้างขึ้นให้มากที่สุด



รูป 2. (ก) แสงสีที่เกิดจากการผสมแม่สี ตรงกลางคือแสงที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม (ข) การสอนให้สามศูนย์ซ้อนเกี่ยวกัน



บรรณานุกรม

สูนีย์ คล้ายนิล. (2542). “คอนสตรัคติวิสม์.” *วารสาร สสวท.* ปีที่ 27 ฉบับที่ 106 หน้า 6-13