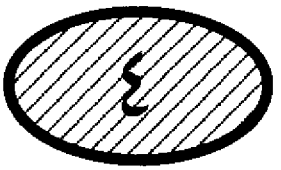


الوحدة الرابعة

التفكير المنطقي

الفصل الأول : تدريس العلوم وتطوير التفكير المنطقي

الفصل الأول

تدريس العلوم وتطوير التفكير المنطقي

تمهيد: كيف يفكر الطلبة؟

ما هي الاستراتيجيات التفكيرية التي يتخذها الطلبة. قد يستغرب المرء أن الأطفال يستخدمون استراتيجيات تفكيرية تختلف عن تلك التي يستخدمها الكبار.

ماذا يفعل الأطفال عندما تستخدم أنماط تفكيرية مثل اعتبار الكل مكون من مجموع الأجزاء، أو فصل المتغيرات، أو استخدام العلاقات الرياضية مثل النسبة والتناسب. عند دراسة استجابات الأطفال ستجد أنهم يعانون من صعوبات كبيرة في التفكير المنطقي.

ولمساعدتك في تمييز الأنماط التفكيرية التي يستخدمها الطلبة في المشكلات العلمية البسيطة سوف تستخدم ثلاثة مشكلات وتدرس استجابات الطلبة لحلها. والمطلوب منك أن تحاول حل المشكلة وتدون الحل الذي توصلت إليه ثم تقارن ذلك بالحلول التي اقترحها الطلبة وملاحظة الفرق في أسلوب التفكير الذي استخدمته وبين تفكير الطلبة، وكذلك ملاحظة الفرق في أسلوب تفكير الطالب بالنسبة للعمر.

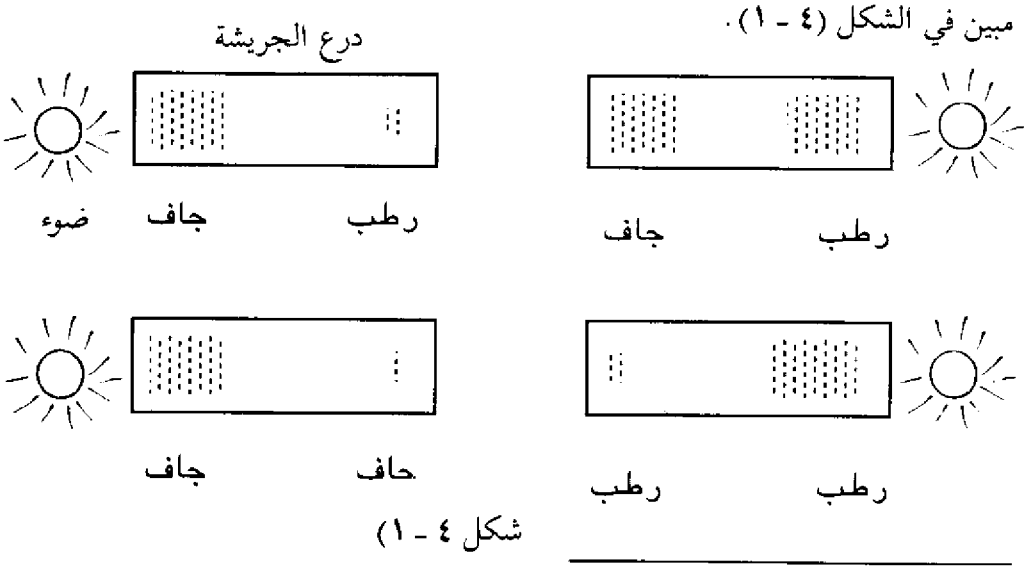
يلاحظ معلم العلوم في أثناء تعامله مع الطلبة أن هناك فروقات فردية كبيرة بين قدرات الطلبة على فهم الأفكار العلمية وحل المشكلات وإجراء التجارب العلمية. فبينما نجد أن بعضهم يتمتع بقدرات عالية في المجالات المذكورة آنفاً، نجد أن بعضهم الآخر يتمتع بقدرات متدنية ليس في المجالات المذكورة فحسب بل حتى يعجز عن فهم الأفكار العلمية التي يشرحها المعلم بوضوح في غرفة الصف. كما تجد أن بعضهم قد يحل المشكلة ولكنه يفشل إذا طلب منه نقل الخبرة إلى موقف جديد.

للتعـرف على أنماط تفكير الطلاب وكيفية تطويرها يمكن استخدام مجموعة الالغاز التالية سبق أن استخدمت في مشغل لتدريب المعلمين كما استخدمت على مجموعة من الـطلاب في الـولايات المتحـدة الأمريكية[1]. وقد اخترنا بعض استجاباتهم فيما يلي ويمكن تطبيق هذه المشكلات أو الألغاز على مجموعة من الطلبة والمعلمين ومقارنة استجاباتهم بالاستجابات المدونة سابقاً للتعرف على كيفية تطوير التفكير المنطقي عند الطلبة في مراحل العمر المختلفة.

مشكلة دودة الجريشة (درع الجريش) [2]

أراد باحث أن يختبر استجابة درع الجريشة للضوء والرطوبة. ولكي يقوم بذلك احضر أربعة صناديق متشابهة كما في الشكل ادناه.

وقـد استخدم مصباحاً كهربائياً لتزويده بالضوء اللازم. كما استخدم قطعاً مبللة من الورق لتوفير الرطوبة اللازمة. وقد وضع عشرين دودة من درع الجريشة في وسط الصندوق وبعد مضيّ ٢٤ساعة، أحصى عدد الديدان المتجمعة في طرفي الصندوق فكانت كما هو مبين في الشكل (٤ - ١).



شكل ٤ - ١)

(١) Robert Karplus & others. Science Teaching and the Development of Reasoning. University of California, 1981.

(٢) المرجع السابق ص ١ - ٥

تبين الأشكال المبينة أعلاه أن دودة الجريشة استجابت:

أ ـ للضوء وليس للرطوبة.
ب ـ للرطوبة وليس للضوء.
ج ـ للضوء والرطوبة معاً.
د ـ لم تستجب للضوء ولم تستجب للرطوبة.

اختر الاجابة الصحيحة في نظرك وفسر سبب اختيارك لها.

لقد استجاب عدد من الطلبة لمشكلة درع الجريشة على النحو التالي:
قارن استجابة الطلبة باستجابتك الشخصية. لقد صنفنا استجابة الطلبة إلى صنفين أ، ب بين أوجه التشابه والاختلاف بين الصنفين أ، ب.

الطالب أ ١: «لم تتبع ديدان (درع الجريش) أي نمط معين».

الطالب أ ٢: «رغم أن مصدر الضوء وضع في أماكن مختلفة فان الديدان لم تتصرف بنفس الطريقة».

الطالب أ ٣: «لقد تحركت الديدان إلى نهاية الصندوق مع الضوء».

الطالب أ ٤: «بسبب وجود ١٧ دودة بالضوء و ٣ فقط بالرطوبة».

الطالب أ ٥: «لأنه في جميع الحالات الغالبية تذهب إلى الضوء. فإن الرطوبة لا أثر لها».

الطالب ب ١: «الصندوق رقم ١ ورقم ٢ يظهر أن الديدان تحب الجفاف مع الضوء أكثر من الرطوبة والظلام. الصندوق رقم ٣ عزل عامل الجفاف، لذا فإن الديدان استجابت للضوء فقط. أما الصندوق ٤ فقد أظهر أن الرطوبة عادلت أثر الضوء، لذا فإن الديدان تفضل الجفاف. (قد يكون من المناسب أن يكون صندوق آخر فيه جفاف ـ رطوبة وبدون ضوء)».

الطالب ب٢: «عندما كان الضوء في الطرف الجاف اجتمعت جميعها على الطرف الجاف وعندما كان الضوء على الطرف الرطب ذهبت الديدان بكميات متساوية إلى الطرفين».

الطالب ب ٣ : «في الصندوق رقم ٣ انقسمت الديدان إلى نصفين متساويين أحدهما في الطرف الجاف والآخر في الطرف الرطب. لذا من الأسلم القول بأن الضوء لم يكن المؤثر الوحيد».

الطالب ب ٤ : «الصندوق رقم ١ ، ٢ ، ٣ تدل على أن الديدان تحب الضوء ولكن في الصندوق رقم ٣ انقسمت إلى قسمين متساويين. مما يجعل الشخص يعتقد أن الديدان تحب الجفاف ولكن السبب في تجمعها بالقرب من الضوء في الصندوقين ٣، ٤ هو أن الضوء يسخن المكان ويزداد الجفاف. أي أن الضوء يعطي أثر الجفاف».

الطالب ب ٥ : «لقد استجابت الديدان في جميع الحالات للضوء ولكن في الصندوق ٣ انقسمت إلى مجموعتين متساويتين. يدل هذا على أن الديدان انجذبت إلى الضوء بخلاف حالة وجود الجفاف قريباً من الضوء. وعندما لا يوجد خيار بين الرطوبة والجفاف كما في الصندوق (٤) فإن الديدان انحازت إلى الضوء».

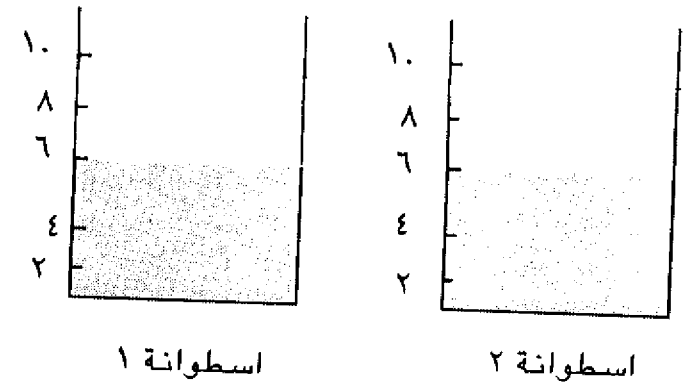
ملاحظة يفضل إضافة صندوق جاف ـ رطب، بدون ضوء لبيان أثر الرطوبة.

أسئلة :

١ ـ دون نقاط التشابه بين استجابة مجموعة أ من الطلبة.
٢ ـ دون نقاط التشابه بين استجابات مجموعة ب من الطلبة.
٣ ـ ما هي الصفات التي تميز المجموعة أ من المجموعة ب.

لغز الحجم

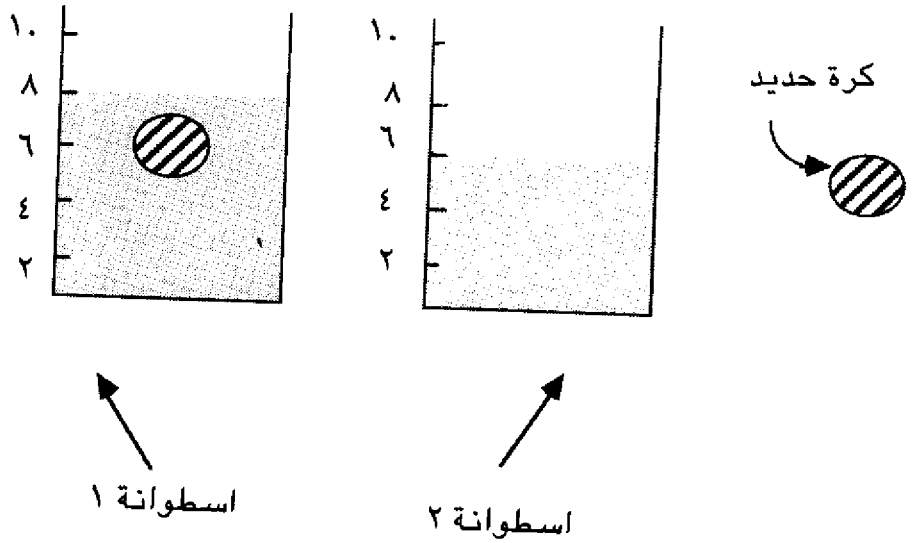
يبين الشكل ٤ ـ ٢) اسطوانتين متشابهتين وضع فيها ماء إلى ارتفاع متساو.



شكل (٤ ـ ٢)

ويبين الشكل (٤ ـ ٣) كرتين متساويتين في الحجم أحدهما من الحديد والأخرى من الزجاج، كرة الحديد أثقل من كرة الزجاج نظراً لاختلاف الكثافة بينهما.

وعندما وضعنا كرة الزجاج في الاسطوانة (١) أصبح الوضع كما في الشكل (٤ ـ ٣).



شكل (٤ ـ ٣)

إذا وضعنا كرة الحديد في الأسطوانة ـ ٢ ، ماذا سيحصل لمستوى الماء في الاسطوانة؟ (هل سيرتفع مستوى الماء أم ينخفض أم يبقى مكانه . .) .

وضح سبب اجابتك .

لقد استجاب عدد من الطلاب للغز الحجم . قارن بين استجابات الطلبة أ واستجابات الطلبة ب .

الطالب أ ١ (١٢ سنة)

التنبؤ: اعتقد ان الاسطوانة ـ ٢ سوف ترتفع إلى العلاقة ١٠ .

التفسير: لأن كرة الحديد أثقل سوف تضغط على الماء وترفعه إلى الأعلى .

الطالب أ ٢ (١٧ سنة)

التنبؤ: سوف يرتفع ، وسيصل سطح الماء النهائي إلى الرقم ٧ .

التفسير: إن كرة الفولاذ أثقل لذا فإن الماء لن يرتفع كثيراً .

الطالب أ ٢ (١٤ سنة)

التنبؤ: سوف يرتفع مستوى الماء بالاسطوانة ـ ٢ إلى أكثر من ٧ وربما يصل إلى ١٠ .

التفسير: لأن الكرة في الاسطوانة ـ ٢ أثقل من الكرة في الاسطوانة ـ ١ لأنها مثل الوزن كلما زاد الثقل يزداد الارتفاع .

الطالب أ ٤ (١٧ سنة)

التنبؤ: «اعتقد أنها ستبقى كما هي» .

التفسير: لا أعرف بالضبط لماذا . ولكن يبدو أن كرة الفولاذ لديها الوزن الذي يجعلها تبقى في الأسفل ، ولكن كرة الزجاج أخف لذا تدفع الماء إلى الأعلى .

الطالب ب ١ (١٦ سنة)

التنبؤ: يرتفع إلى ٨ .

التفسير: إن الكرات المتساوية في الحجم تزيح نفس المقدار من الماء .

الطالب ب ٢ (١٦ سنة)

التنبؤ: إن سطح الماء في الاسطوانة ٢ سوف يرتفع إلى نفس المستوى في الاسطوانة ـ ١ بعد وضع كرة الزجاج.

التفسير: إن الكرتين متساويتين في الحجم لذا يصل سطح الماء إلى نفس المستوى بعد وضع الكرتين فيه. ليس للوزن أثر على ارتفاع سطح الماء في الاسطوانتين.

الطالب ب ٣ (١٣ سنة)

التنبؤ: سوف يرتفع الماء في الاسطوانة ـ ٢ إلى الرقم ٨.

التفسير: حيث أن الكرتين لهما نفس الحجم سوف يزيحان نفس الكمية من الماء (ليس للوزن أثر).

الطالب ب ٤ (١٨ سنة)

التنبؤ: سطح الماء في الاسطوانة ـ ٢ سيكون عند ٨ تماماً مثل الاسطوانة ـ ١.

التفسير: إذا كانت الكرتان ثقيلتان بحيث تغرقا في الماء وكانتا متساويتين في الحجم فإنهما ستزيحان نفس الكمية من الماء وبذا يرتفع الماء إلى نفس الرقم.

من مطالعتك لاستجابات الطلبة ـ أ والطلبة ـ ب أرجو ان تجيب على الأسئلة التالية:

ـ ما هي نقاط التشابه في استجابات الطلبة ـ أ.
ـ ما هي نقاط التشابه في استجابات الطلبة ـ ب.
ـ ما هي الملامح الأساسية التي تميز كل من المجموعتين عن الأخرى.

من الممكن أخي المعلم أن تطلب من طلابك الاستجابة إلى هذه الأنشطة أو إلى أنشطة مشابهة ثم تمحص استجاباتهم وتصنفها إلى مجموعتين أ، ب، كما رأيت سابقاً وتقارنها باستجابتك. إن هذا الأسلوب يعطيك فكرة عن الطريقة التي يفكر بها طلابك وبذا يمكنك معالجة الموقف في ضوء ذلك. إن ملاحظة استجابات عدد كبير من الطلبة لأنشطة متنوعة مكنت بياجيه وباحثين آخرين من استخلاص النتائج ووضع نظريات في علم النفس التطوري تتعلق بتطور العمليات العقلية عند الأفراد. وكيفية تعامل الأفراد عندما يواجهون بمشكلة.

إن مسألة التعرف على أنماط التفكير عند الأطفال ستساعد كثيراً في تطبيق نظرية بياجيه في تدريس العلوم. فكيف تتعرف على أنماط التفكير عند الطلبة؟ لقد ميز بياجيه بين مرحلتين من التفكير عند الطلبة مرحلة التفكير المجرد ومرحلة التفكير الحسي فكيف تميز أنت بين هاتين المرحلتين عند طلابك؟ إن دراسة استجابات الطلبة على عدد من الأنشطة والألغاز من قبيل الأنشطة والألغاز التي ذكرناها آنفاً تساعدك في تصنيف طلابك وتحديد من وصل منهم إلى مرحلة التفكير المجرد ومن لم يصل. وفي ضوء ذلك تستطيع أن تخطط للتدريس بحيث تخاطب كل فئة بالأسلوب المناسب لقدراتها ونمط التفكير السائد عندها. انه أمر صعب ولكنه مفيد وفعال ويسهّل التفاهم بين المعلم والطبة.

ولكي نساعدك في التعرف على أنماط التفكير المجرد والحسي عند الطلبة، وفي تفسير أداء الطلبة سوف تعرض فيما يلي أمثلة من أنماط التفكير الحسي وأمثلة من أنماط التفكير المجرد. ولقد دلت التجارب أن بعض أنماط التفكير المجرد قد تظهر عند سن الثانية عشرة ثم تزداد تدريجياً إذا وجدت العناية الكافية في المدرسة وفي البيت.

أمثلة من أنماط التفكير الحسي

١ ـ التصنيف: ويقصد به التصنيف والتعميم بناء على خصائص ومشاهدات حسية ومن أمثلة ذلك: التمييز باستمرار بين الحوامض والقواعد بناء على لون ورقة عباد الشمس، ادراك أن جميع الكلاب حيوانات ولكن ليس جميع الحيوانات كلاب.

٢ ـ الاحتفاظ: ويقصد به ان يدرك الطفل أن كميات الأشياء تبقى ثابتة إذا لم يؤخذ منها أو يضاف إليها شيء رغم أنها قد تبدو مختلفة في الشكل أحياناً ـ ومن أمثلة ذلك: عند صب الماء الموجود في أسطوانة ثخينة (غليظة) جميعه في أسطوانة رفيعة فارغة فان كمية الماء تبقى ثابتة ان كانت في الاسطوانة الثخينة أو في الاسطوانة الرفيعة.

٣ ـ الترتيب التسلسلي: ويقصد به ترتيب مجموعة من الأشياء حسب خاصية مشاهدة أو ملموسة أو إيجاد مقارنة بين أفراد مجموعتين مشاهدتين. ومن أمثلة ذلك: الحيوانات الصغيرة تكون دقات قلبها سريعة، وبينما تكون دقات قلب الحيوانات الكبيرة بطيئة

٤ ـ الانعكاسية: ويقصد بها قلب التركيب التسلسلي لمجموعةمن الخطوات ذهنياً ليرجع من الخطوة النهائية لاجراءات ما حتى يصل إلى الحالة الأولية. ومن أمثلة ذلك: بعد أن يعرف الطفل على طريق ذهابه من البيت إلى المدرسة، فإنه يعود من دون مساعدة

من المدرسة إلى البيت.

أمثلة من أنماط التفكير المجرد

١ ـ التفكير المنطقي النظري: ويقصد به تطبيق (أو تنفيذ) كل من التصنيف وفق عدة معايير، ومبدأ الاحتفاظ أو ثبات الكميات، والترتيب التسلسلي، والانماط المنطقية الأخرى على العلاقات والخصائص التي لا تشاهد مباشرة. ومن أمثلة ذلك التمييز بين تفاعلات التأكسد والاختزال، واستخدام مبدأ حفظ الطاقة، وتنظيم النباتات حسب رتبتها العليا أو الدنيا في السلم التطوري، استنباط استنتاجات من النظرية التي تعتبر القشرة الأرضية مكونة من صفائح، أو قبول فرضية بناء على مناقشات ووجهات نظر محددة.

٢ ـ التفكير المنطقي الترابطي: ويقصد به أخذ جميع الترابطات المدركة المحسوسة منها والمجردة بعين الاعتبار. ومن أمثلة ذلك: تسمية الجينوتابس والبنوتايز Genotypes & Phenotyes في قوائم منظمة وفق الخصائص المحكومة بعدة جينات.

٣ ـ التفكير التناسبي والوظيفي: ويقصد به توصيف وتفسير العلاقات الوظيفية بشكل رياضي. ومن أمثلة ذلك: عدل انتشار الجزيئات يتناسب تناسباً عكسياً مع الجذر التربيعي للوزن الجزيئي.

٤ ـ ضبط المتغيرات: ويقصد به إدراك أهمية التصميم التجريبي الذي يضبط جميع المتغيرات ويسمح لمتغير الدراسة فقط. ومن أمثلة ذلك اقتراح تجربة اضافية في مشكلة دودة الجريشة التي مرت معنا سابقاً بحيث يزال الضوء نهائياً والابقاء على متغير الرطوبة فقط.

٥ ـ التفكير الاحتمالي والعلائقي: ويقصد به تفسير المشاهدات التي تظهر وجود عوامل يصعب التنبؤ بتغيراتها وادراك العلاقات بين العوامل رغم تغيراتها التي تبدو عشوائية. ومن أمثلة ذلك، في مشكلة دودة الجريشة آنفة الذكر، ادراك أن وجود عينة صغيرة تظهر تصرفاً استثنائياً لا يلغي النتائج النهائية أو يقلل من قيمتها.

ومن الأمور التي تبرز مزيداً من التقدم في استعمال عمليات التفكير المجرد مقدرة الشخص على المحاكمة الذاتية للأنماط التفكيرية التي يستخدمها الشخص نفسه. وهو

نوع من المراجعة الذاتية أو محاسبة النفس واختبار عدم الثبات في الاستنباطات وتفحص الأساليب المختلفة التي اتبعت في حل المشكلة واختبار مدى ملاءمتها في ضوء النظرية المعتمدة.

وفيما يلي مقارنة بين التفكير الحسي والتفكير المجرد.

التفكير الحسي	التفكير المجـــرد
يحتاج إلى الاشارة إلى الأشياء والخصائص المحسوسة والأعمال المألوفة	المحاجحة بالمفاهيم والنظريات والعلاقات غير المباشرة، وادراك الشروط اللازمة والكافية للاستنباط
يستخدم انماطاً من العمليات المحسوسة	يستخدم انماط التفكير المجرد
يحتاج إلى التعليمات خطوة بخطوة	يخطط إلى مدى بعيد في ضوء الأهداف والامكانات
غير واعي لنمط التفكير الذي يستخدمه الأمر الذي يؤدي إلى عدم الثبات في استنتاجاته ووقوعه في تناقضات مع الحقائق المعروفة	يعي انماط التفكير التي يستخدمها، ويتأكد من سلامة استنباطاته بعرضها على الحقائق

وفي ضوء ذلك، يمكن دراسة استجابات الطلبة على مشكلة درع الجريشة ولغز الحجم وتحليلها. حيث نلاحظ أن الاستجابات من نوع (أ) هي أنماط من التفكير الحسي وان الاستجابات من نوع (ب) هي أنماط من التفكير المجرد.

مشكلة درع الجريشة

- أنمـاط التفكير الحسي (نوع أ). ان الطلاب الذي يستخدمون أنماط التفكير الحسي يركـزون على متغير واحد. فهم يركزون على متغير واحد. فهم لا يستطيعون اكتشاف المنطق وراء التجربة الذي يسمح بعزل المتغيرات وفصلها حتى يمكن التعامل معها على انفراد لادراك العلاقات السببية.

- أنماط التفكير المجرد (نوع ب). تثبيت جميع المتغيرات والسماح لمتغير واحد بالتغير كما في الصندوقين رقم ٢ ورقم ٤ بالمقارنة مع الصندوقين ١، ٣. جميع العوامل السببية تختبر التناوب لاختبار الفرضية التي تقول بأن الضوء أوالرطوبة هو العامل المسؤول عن توزيع دودة درع الجريشة. إن الجواب يمكن أن يشتق بطريقة منظمة من نتيجة يتم اختبار صحتها. ان التفكير الاحتمالي يظهر من خلال مقدرة الطلاب على تجاهل الوضع الخاطىء لعدد قليل من الديدان. كما يبدو من الصناديق ذات الأرقام ١، ٢، ٤.

لغز الحجم

- أنماط التفكير الحسي (نوع أ). من المعروف أن وزن الجسم المغمور في سائل هو المسؤول عن ازاحة السائل. وبالتالي فإن النتيجة المباشرة يزداد ارتفاع السائل كلما ازداد وزن الجسم المغمور، هذا إذا غمرت اجساماً مختلفة الوزن في السائل.

- أنماط التفكير المجرد (نوع ب). رغم أن الوزن هو المسؤول من الناحية الديناميكية عن ارتفاع سطح الماء، الا أن كلا من حجم الماء وحجم الكرة لهما أثر في تحديد مقدار الارتفاع الذي يصل اليه الماء في الوعاء. وبما أن مجموع الحجوم متساو لكل من الكرتين فإن الماء سيرتفع إلى مستوى واحد إذا غمرت كل كرة بشكل تام.